GEOLOGISKA FÖRENINGENS
I STOCKHOLM
FÖRHANDLINGAR.
BAND 36. Häftet 6. November 1914. N:o 300.

Mötet den 5 november 1914.

Närvarande 35 personer.

Ordföranden, hr MUNTHE, hälsade de närvarande Ledamöterna välkomna till första höstsammankomsten samt meddelade, att sedan förra mötet följande Ledamöter aflidit: Direktör L. EGER, Kristiania, Grosshandlare E. LEWIN, Stockholm, samt Bergsingeniör S. F. MÖRTSTEDT, Stockholm.

Till nya Ledamöter hade Styrelsen invalt:

Assistenten vid Danmarks Geologiske Undersögelse Cand. Mag. KNUD JESSEN, Köpenhamn, och Fil. Mag. UNO SUNDELIN, Upsala, båda föreslagna af hrr Gavelin och L. von Post, Fil. Stud. E. NORIN, Stockholm, föreslagen af hrr Gavelin och Quensel, Kustos Dr FRANZ X. SCHAFFER, Wien, föreslagen af hr Grönwall samt Studeranden vid Tekniska Högskolan DANIEL ENVALL, Stockholm, på förslag af Holmquist och Gavelin.

Hr R. SANDEGREN höll ett af karta, tabeller, profiler, fotografier och stuffer illustreradt föredrag om *Ragundatraktens postglaciala utvecklingshistoria enligt den fossila florans vittnesbörd.*

Föredraganden hade under somrarna 1911 och 1913 tillsammans med fil. lic. H. AHLMANN och fil. lic. C. CARLZON varit sysselsatt med kvartärgeologiska undersökningar i trakten af Ragunda i sydöstra Jämtland och därvid fått på sin lott att med ledning af där befintliga rika växtförande lager och den exakta kronologi, som där är möjlig, utreda traktens historia ur växtgeografisk synpunkt.

Prof. G. DE GEER har visat, att sedimenten i den år 1796 uttappade Ragundasjön äro årshvarfviga och ha aflagrats i oafbrutet tidssammanhang ofvanpå den hvarfviga leran. De kronologiska undersökningarna ha efter De Geers metod fortsatts af Carlzon. Ahlmann har behandlat området ur morfologisk synpunkt.

Utvecklingshistorien är i korthet följande: När inlandsisen afsmälte från trakten, utgjorde denna en djup och bred fjord. Högsta B. G. befinner sig nu cirka 240 m. ö. h. I denna fjord aflagrades hvarfvig lera. De V om isdelaren uppdämda issjöarna tappades successivt, och dessa tappningar ha registrerats i den hvarfviga leran genom abnormt mäktiga hvarf, s. k. tappningshvarf. Det mäktiga tappningshvarf, som afsattes, när den sista resten af inlandsisen i Inlandsälfvens dalgång brast i två delar, och den sista tappningen af den centraljämtska issjön ägde rum, har af De Geer tagits till utgångspunkt för kronologin, och från detta s. k. postglaciala skiljehvarf räknas nedåt i den hvarfviga leran glacial tid, uppåt i de yngre sedimenten postglacial tid.

De äldsta växtlämningarna, som äro funna i Ragundatrakten, datera sig från lager, afsatta cirka 600 år efter inlandsisens ofvan omtalade bipartition, och utgöras af rester efter *björk* och *tall.* Klimatförbättringen vid slutet af istiden har alltså fortgått synnerligen snabbt, och en tallflora följt den bortsmältande isen ganska tätt i spåren.

Landhöjningen fortskred alltjämt, och cirka 1050 år efter bipartitionen isolerades Ragundasjön genom klipptröskeln vid Döda fallet.

I lager, afsatta cirka år 1100—1200 efter bipartitionen, har anträffats en rik flora, tydande på lika varmt klimat som det som för närvarande råder i trakten. Därefter följer ytterligare invandring af en hel mängd arter, bland annat en del värmefordrande sådana, hvilka numera icke gå så långt mot norr som till Ragunda. I lager afsatta omkring år 1840—2250 efter bipartitionen finnas sålunda bl. a.:

Carex pseudocyperus
Corylus avellana

Lycopus europæus
Solanum dulcamara
Stachys silvatica
Ulmus montana

Cirka år 3500 efter bipartitionen är Ragundasjön utfylld med sediment, utfyllnadsplanen färdigbildade, och Indalsälfven lokaliserad till en bestämd fåra i dessa utfyllnadsplan. Någon afsättning af årshvarfvigt sediment är sålunda ej längre möjlig, och den exakta kronologin kan ej föras längre fram än till denna tidpunkt.

Kort efter det sjön blivit utfylld, inträffar en ny fas i utvecklingen, i det att en torrperiod inträder, hvilken har till följd, att Ragundasjöns högvatten icke längre når upp till den nivå, som markeras af den gamla strandlinjen, utan håller sig på en lägre sådan. Härigenom komma stora delar af sjöns botten att året rundt ligga torra. I små depressioner i de sålunda torrlagda utfyllnadsplanen bildades torfmossar. Dessas lagringsförhållanden visa på en kontinuerlig igenväxning från små öppna gölar till skogbärande torfmark. Ofvan det skogförande lagret, hvilket utgöres af markerade horisontella stubblager, följa lager af hydrofil starrtorf och slutligen åter af sjömjäla, hvilket visar att högvattenståndet efter torrperioden ånyo stigit till sin gamla nivå. Beloppet på högvattnets sänkning under torrperioden uppgår till *minst* 3,5 m. Under torrperioden invandrar *granen* till trakten. Slutligen torrlägges sjön ånyo genom katastrofen år 1796.

Såsom afslutning omnämnde föredr., att det alltså tyvärr misslyckats att i Ragunda föra den exakta kronologin ända fram till nutiden. Dock ville han med ledning af de vunna resultaten göra några parallelliseringar mellan de olika perioderna i Ragundasjöns utvecklingshistoria och de klimatiska perioder, i hvilka SERNANDER indelat den postglaciala tiden, samt slutligen äfven göra ett försök till uppskattning af denna tids längd. Sålunda jämnställdes tiden 1000—3500 efter bipartitionen med den atlantiska perioden, torrperioden med den subboreala och tiden från torrperiodens slut till 1796 med den subatlantiska perioden.

Försöket till uppskattning af den postglaciala tidens längd grundades på följande fakta. I Ragunda kan man räkna från isens bipartition 3500 år framåt. Härefter sjunker högvattensnivån, och kort därefter (cirka 200 år senare) invandrar granen. Tiden för granens invandning i Närke är arkeologiskt fastställd. Granen kan antagas ha ankommit till Ragunda *ungefär* samtidigt med i Närke eller cirka 2000 år f. Kr. Alltså tager vår tideräkning sin början cirka 5700 år efter inlandsisens bipartition. Om man sedan ytterligare tillägger de 1900 åren efter Kr. f., får hela den postglaciala tiden en längd af cirka 7600 år.

Med anledning af föredraget yttrade sig hrr G. DE GEER, SERNANDER, G. SAMUELSSON och *föredraganden.*

Hr G. DE GEER lyckönskade föredraganden till de vackra resultaten af hans undersökningar, genom hvilka för första gången verkliga tidsbestämningar erhållits för ett afsevärdt antal växters uppträdande i vårt land. Talaren hade, då han 1909 först iakttog, att de växtförande Ragundalagren voro årshvarfviga och kunde konnekteras med den af honom då uppmätta standardprofilen, knutit stora förväntningar till ett planmässigt studium af denna unika samling af säkert daterade, fossila herbarier.[1] Han trodde också, att föredraganden genom sina omfattande arbeten lyckats på ett synnerligen förtjänstfullt sätt belysa viktiga delar af denna märkliga urkund.

Herr SERNANDER framhöll, att den starka sandinblandning, som föredraganden funnit i mossen 2 *km* N om landsvägsbron vid Ragunda, var af stort intresse. Sådana inlagringar af grus, sand och lera i de mossarne sammansättande organogena jordarterna kunde ge goda fingervisningar om de geografiska förändringar, eventuellt af allmän klimatologisk innebörd, som de fasta stränderna undergått.

Så ha svenska torfmossforskare i åtskilliga torfmossar från Skottland, Scanodania och Fennoskandia påvisat, att torfven i den subatlantiska lagerseriens undre del är starkt uppblandad med, understundom fullständigt ersatt af från sidorna *nersvämmadt* grus, sand eller lera. Detta pekar i öfverensstämmelse med andra geologiska fenomen på att det stora klimatomslaget i öfvergången mellan brons- och järnåldern var åtföljdt af starka och tätt återkommande slagregn, eventuellt abnorma snösmältningar och tjällossningar.

---

[1] A thermographical record of the late-quaternary climate. »Postglaziale Klimaveränderungen». Stockholm 1910. Sid 308.

På alldeles andra klimatföreteelser häntyda de *äoliska* sandaflagringar, hvilka föredraganden nu beskrifvit från en subboreal lagerserie. Talaren hade vid ett föregående tillfälle[1] sökt visa, att det subboreala klimatet bort öka möjligheten för uppkomsten af lokal flygsand. Ivar Högbom[2] hade emellertid förgäfves eftersökt flygsand i en mosse bland de senglaciala dynerna vid Mora, en terräng som synes ovanligt lämplig för uppkomsten af lokal sanddrift. Däremot hade talaren i Hannover (19$\frac{22}{5}$11) funnit flygsand i subboreal *Molinia*-torf i Das tote Moor vid Steinhuder Meer.

Hr A. G. Högbom förevisade prof på ishafslera från Uppsalatrakten, som på skiktytorna hade flera olikartade djurspår, troligen mest af små krustacéer. Spåren funnos talrikt i flertalet af 50:e till 80:a skikten nedifrån räknat i S:t Eriks kakelfabriks lertag väster om staden.[3] Spåren framträdde bäst på de klyfningsytor, som vid lämplig torkningsgrad uppkomma i undre delen af skiktens sommardel, men äfven de leriga vinterskiktens öfre ytor visade, särskildt innan profven torkat, ofta spår, som ibland voro så talrika, att de bildade ett oredigt virrvarr. Då sålunda en tydligen individrik fauna funnits i det senglaciala hafvet så nära intill isranden, torde man ha så mycket mera skäl antaga, att detta också varit fallet vid tiden för de senare skiktens afsättning, ehuru spår däraf ej blifvit iakttagna på grund af svårigheten att klyfva de mera leriga hvarfven efter skiktplanen.

Med anledning af meddelandet yttrade sig hrr Munthe och *föredraganden.*

Hr Wallén höll ett af kartor, diagram och tabeller i ljusbilder, belyst föredrag om *betingelserna för uppkomsten af afloppslösa sjöar inom Noenområdet.*

Gavelin hade i sin undersökning öfver de postglaciala nivå- och klimatförändringarna inom Noenområdet i norra Småland uppvisat, hurusom under postglacial tid så stora vattenståndsvariationer ägt rum, att en del af sjöarna inom området under vissa perioder måste hafva varit afloppslösa. Detta hade varit fallet med de uti det nordöstra tilloppsområdet belägna sjöarna men sannolikt ej med självfva Noen. Då Hydrografiska byrån inrättades hade SERNANDER uttalat önskemålet, att denna fråga måtte vidare utredas från nutida klimatisk synpunkt, och i byråns arbetsplan hade på föredragandens förslag upptagits en dylik undersökning af Noenområdet, »afseende att genom ett studium af förhållandet mellan nederbörd och afrinning möjliggöra ett bedömande af, huru stora ändringar i de nuvarande klimatiska förhållandena, spec. beträffande nederbörd och afdunstning, skulle vara behöfliga för att sådana klimatförhållanden skulle inträda, som man genom studium af traktens sjöar och torfmossar ansett sig böra sluta till hafva varit rådande under vissa perioder af postglacial tid».

---

[1] Rutger Sernander: Stipa pennata i Västergötland. En studie öfver den subboreala periodens inflytande på den nordiska vegetationens utvecklingshistoria. Svensk Botanisk Tidskrift 1908.

[2] Ivar Högbom: Finiglaziale Flugsandfelder in Dalarna. G. F. F. **35**, s. 487

[3] Samma slags spår förekomma också, ehuru sparsammare och mindre tydliga, vid Svartbäckens och Bergsbrunna tegelbruk. (Senare tillägg.)

Föredraganden redogjorde för organisationen af denna undersökning, inrättandet af ett flertal nederbördsstationer å olika höjd, vattenståndsobservationer i Noen, dess af- och tillopp, samt vattenmängdsmätningar. För närvarande hade dessa sistnämnda icke lett till ett afslutadt resultat, men afbördningskurvor funnos för afloppet från Noen samt för det västra tilloppet, Mjölarpsån. I den mån förhållandena inom detta kunde öfverföras på det spec. af GAVELIN undersökta nordöstra området, borde genom en undersökning af sambandet mellan nederbörd och afrinning för den gångna 5-årsperioden en viss inblick i frågan redan på nuvarande stadium kunna fås.

För Mjölarpsån erhöll man en medelnederbörd för perioden af 695 mm, en afrinning af 320 mm, d. v. s. en afrinningsprocent af 44,5 %; för Noens aflopp voro motsvarande tal, för nederbörden 615 mm, för afrinningen 227 mm, afrinningsprocenten = 36,4. Dessa afrinningskoefficienter voro anmärkningsvärdt låga.

För att undersöka sambandet, sådant detta framginge ur de växlande årsvärdena för nederbörd och afrinning, använde föredraganden korrelationsmetoden och redogjorde något för densamma.

För Mjölarpsån erhölls en korrelationskoefficient $r = +0.97 \pm 0.02$ och sambandsekvationen (om y = afrinningen, x = nederbörden) $y = 1.19\,x - 507$. För Nobyån erhölls $r = +0.94 \pm 0.04$ och sambandsekvationen $y = 0.65\,x - 173$. Dessa mycket höga värden på r visade, att man i varje fall för det undersökta nederbördsgebitet mycket nära kunde uttrycka sambandet med ett linjärt uttryck. De visade äfven, att felen uti värdena på nederbörd och afrinning icke kunde vara stora. För sambandet mellan nederbörden inom Mjölarpsån, bestämd genom endast stationen Nötekulla, och nederbörden i hela området erhölls $r = +0.998 \pm 0.001$ och sambandsekvationen $x_1 = 0.795\,x_2 + 62$. Detta visade, att man för ett sådant enhetligt mindre område kunde, därest sambandet blivit bestämt, nöja sig med mycket färre antal observationsstationer.

Om man utdroge de linjer, som sålunda bestämts för sambandet mellan afrinning och nederbörd, tills de skuro x-axeln, erhölles den nederbörd, för hvilken afloppslöshet inträdde. För Mjölarpsån blefve $y = 0$ för $x = 426$ mm, för Nobyån $y = 0$ för $x = 266$ mm. Dessa värden syntes alltså antyda, att verkligen afloppslöshet borde inträda förr för tilloppsområdet än för hela sjöområdet, såsom Gavelin påvisat för ett annat tilloppsområde.

Föredraganden visade, att detta dock stötte på stora svårigheter att antaga, i det att det ur ekvationen för Nobyån under antagande af att $x - y = z$, hvarest z = afdunstningen, följde, att det absoluta värdet å afdunstningen ökades med ökad nederbörd men däremot för Mjölarpsån följde, att detta värde minskades med ökad nederbörd, hvilken sistnämnda konsekvens måste anses orimlig.

Det fordrades därför fortsatta undersökningar, spec. från också de andra tilloppsområdena, för att afgöra, huruvida dessa ekvationer vore fullt säkra. Skulle då dessa uttryck bekräftas, torde man vara tvungen söka anledningen till att tilloppsområdets förlustsiffra (x — y) sålunda ökades med minskad nederbörd uti grundvattensaflopp. Äfven detta stötte, såsom föredraganden visade, på den svårigheten, att, om då afdunstningen finge variera efter samma lag som för Noenområdet, grundvattensafloppet blefve större för mindre nederbörd, hvilket jämväl föreföll osannolikt, men dock möjligen kunde sättas i samband med våra leriga jordarters permeabilitetsförhållanden.

I hvarje fall visade de preliminära resultaten, att det icke fordrades någon så synnerligen stor minskning af medelnederbörden för att afloppslöshet borde inträffa, i det att årssiffror å nederbörden om 3—400 mm icke sällan förekommo, t. ex i Jönköping och Linköping, under nuvarande klimat, liksom också medelnederbörden på Öland och delar af Kalmar län icke äro så synnerligen mycket större.

I anslutning till föredraget yttrade sig hrr A. G. Högbom, G. De Geer, Gavelin, Hesselman, Sernander, S. Johansson och *föredraganden.*

Hr Gavelin hade med största intresse erfarit, att de hittills vunna resultaten af föredragandens omfattande viktiga undersökningar öfver nederbörd och afrinning inom Noenområdet gingo i samma riktning som talarens på geologiska grunder fotade slutsatser. Af största vikt blefve nu att erhålla afrinningssiffror äfven för det af talaren såsom periodvis afloppslöst befunna Vänstern-Kalfven-Frucken-området.

Ehuru talaren nog trodde, att man ifrån sistnämnda område kunde erhålla för det närmaste ändamålet användbara afrinningsvärden i kanalen vid Udden, ansåg han, att det för den fulla belysningen af de i hans afhandling behandlade frågorna skulle hafva varit lyckligt, ifall det på något sätt varit möjligt att kollationera värdena vid Udden med åtminstone ett par samtidiga mätningar (den ena vid lågvatten, den andra vid högvatten) vid Kvarnarp. Utom önskvärdheten i och för sig att få ett så direkt mått som möjligt på de minsta förskjutningar, som kräfvas för inträdandet af afloppslöshet hos sjösystemet, vore en sådan kollationering önskvärd af två speciella skäl: 1) Sjön Fruckens nivå bestämmes till en ringa del (bortåt 1,5 meter) af uppdämning genom torf i sjöns södra ände, och ehuru förhållandena, så vidt talaren nu kunde erinra sig, inom detta uppdämmande torfparti talade emot någon nämnvärd vattencirkulation ifrån Frucken genom torfgebitet, funnes dock måhända *möjlighet* för en sådan (t. ex. vid högvatten). 2) Genom talarens undersökningar vore det så godt som steg för steg konstaterat, att det fordom afloppslösa sjösystemet begränsades af fast berg eller, på några ställen, af hårdt packad morän och issjölera. Blott på ett enda ställe (strax Ö. om Kvarnarppasset) ginge en helt liten rullstensås ifrån den torfmark, genom hvilken afloppsån slingrar sig, och ned mot Noen under sådana förhållanden, att möjligheten af en af åsen tilltäppt lägre ränna i berget ej vore utesluten. Talaren hade icke sett något indicium på en vatteninfiltration i denna ås ifrån sjösystemet och hölle af flera skäl en sådan för osannolik, men han ansåg det dock f. n. omöjligt att bestämt förneka, att en sådan skulle kunna äga rum vid högt vattenstånd. Några jämförelsemätningar — ifall sådana kunna anställas — vid Kvarnarp borde kunna belysa denna fråga.

För bedömandet af hvilka förskjutningar i nederbörd och afdunstning (+ underjordiskt aflöde från vattenområdet) som kräfvas för uppkomsten af aflöppslöshet för vissa sjöar äfvensom för förståelsen af det faktum, att andra närliggande och under samma klimatförhållanden befintliga sjöar samtidigt icke blifva afloppslösa, finge gifvetvis äfven sådana omständigheter inom resp. dräneringsområden tagas i beaktande som beskaffenhet och fördelning af berg och lösa jordslag, vegetationen, m. m. Särskildt ville talaren i detta samband interpellera närvarande specialister, huruvida man hade material att afgöra, hvilken inverkan som inträdandet af en torrperiods klimatförhållanden skulle utöfva på den *relativa* vattenmängd, som då afrunne från en torfyta. Om, såsom inom Vänstern-Fruckens hela dräneringsområde varit förhållandet, massor af förut sanka kärr förvandlas till skogsmark, så minskas tydligtvis å ena sidan insolationen på kärrytorna och försvagas likaledes vindarnas inverkan, genom hvilka båda omständigheter afdunstningen ifrån kärrytorna måste något minskas. Men i gengäld kommer ju skogen att upptaga vatten. Talaren hade för sin del haft den föreställningen, att sistnämnda faktor möjligen skulle mer än uppväga de i motsatt riktning verkande, så att utvandringen af skog på de förut trädlösa kärren skulle åstadkomma, att en ringare del af den på dem fallande nederbörden komme vattendraget tillgodo än förut. Om så vore förhållandet i någon afsevärd grad, skulle denna omständighet äfven medverka till uttorkningen, och en ännu mindre förskjutning af klimatfaktorerna erfordras för inträde af afloppslöshet inom vissa dräneringsområden med särskildt stor procent kärr- och mossmark. Faktiskt upptoge sådana kärrmarker inom det fordom afloppslösa Vänstern-dräneringsområdet en mycket större del af arealen än inom Noenområdet i dess helhet. Därest skogens utvandring på kärrmarkerna verkligen skulle kunna utöfva någon afsevärdt uttorkande inverkan, skulle alltså äfven denna omständighet i sin mån bidraga till att göra Vänstern-sjösystemet periodiskt afloppslöst, utan att detta nödvändigt behöft blifva fallet med Noenområdet i dess helhet.

Hr HESSELMAN ville som svar på hr GAVELINS interpellation till botanisterna meddela några resultat ur skogsförsöksanstaltens pågående undersökningar öfver skogarnas försumpning. Vid Lesjöfors bruk i Värmland hade försöksanstalten anlagt ett försöksfält i en svagt försumpad lid, bevuxen med dålig granskog. För c:a 60 år sedan hade på denna lid inom ett område af ett par hektar planterats lärk, som utvecklat sig synnerligen väl. Produktionen har uppskattats till c:a 7 kbm per år och hektar, medan granskogen producerar omkring 1 kbm. I marken under lärkbeståndet sjunker grundvattnet under sommaren mycket starkare än i omgifvande granskogbevuxna mark. Skillnaden kan uppgå till omkring 1 m., i synnerhet på försommaren, då lärkens transpiration är liflig. Under vintern är skillnaden mellan grundvattenståndet i lärkskogen och granskogen obetydlig. Här har man sålunda ett exempel på att en lifligt växande vegetation kan sänka grundvattenståndet och således påverka afrinningen. Andra försök, som för närvarande pågå i Pite kronopark i Norrbotten, synas ge vid handen, att i de granskogar, som man plägar kalla för oväxtliga eller svagt växtliga, vattenförbrukningen är så obetydlig, att skogen ej sänker grundvattensståndet. Undersökningarna äro emellertid ej afslutade, så att något bestämdt uttalande kan för närvarande ej göras. Talaren ville hålla för troligt, att den skog, som under subboreal tid funnits på våra mossar, knappast kunnat öka deras afdunstning jämfördt med en nutida kal mosses. En svagt växande skog förbrukar jämförelsevis ringa mängder med vatten, men beskuggar marken, hvars afdunstning därigenom nedsättes. En del andra undersökningar vid försöksanstalten hade dessutom visat, att en i ytan blöt mosse torde afdunsta lika mycket som en vattenyta, men att en i ytan mera torr mosse afdunstar högst afsevärdt mycket mindre. En närmare redogörelse för dessa undersökningar kommer att inflyta i skogsförsöksanstaltens meddelanden.

Hr SERNANDER: För uppfattningen af afdunstningsförhållandena från de växtsamhällen, ur hvilka de subboreala uttorkningshorizonterna framgått, är det att anmärka, att de ej sällan bildats af *Betula odorata—Alnus glutinosa*-skogar och äfven af tämligen växtliga tallskogar, hvilkas transpiration torde varit afseväird.

Talaren uttryckte sin stora tacksamhet till dr WALLÉN och Hydrografiska Byrån för den för uppfattningen af vår postglaciala klimathistoria grundläggande undersökning öfver villkoren för uppkomsten af afloppslösa sjöar, som nu igångsatts. Han ville framställa en vädjan till Hydrografiska Byrån att i denna sin undersökning inrycka en studie öfver de helt säkert ganska talrika sjöar inom landet, som nu stodo afloppslösa. Genom sommarens och höstens ringa nederbörd och höga temperatur hade vattenytan i vissa sjöar denna höst bragts under passpunkten. Det såg ut som om detsamma skulle inträffat äfven det stora värmeåret 1901 med dess subboreala klimattyp. Så t. ex. stod vattnet i den just nu afloppslösa Valloxen i Uppland under passpunkten hela hösten 1901 och större delen af vintern 1901—1902, medan den nedanför liggande Säbysjön hvarken då sjönk ner under aflоppströskeln eller nu tyckes komma att göra det.

Hr HESSELMAN ville gentemot hr SERNANDERS yttrande, att en »Bruchwald» sannolikt ökar mossens afdunstning, gärna medge detta, men om den tallskog, som i många fall vuxit på mossarna, ökat afdunstningen, vore väl mera osäkert.

Hr S. JOHANSSON framhöll, att den af hr WALLÉN uppvisade mycket stora korrelationen mellan årsnederbördens storlek och afrinningsprocenten syntes större, än man egentligen vore berättigad antaga den vara, ty en faktor, som icke här medtagits, nämligen nederbördens fördelning under året, spelade en mycket stor roll. Om t. ex. nederbörden kommer såsom regnskurar med mellanliggande torkperioder, stannar den kvar i de ytligaste jordlagren och afdunstar hastigt vid torr väderlek; samma nederbördsmängd åter, samlad till ett större regn, räcker att genomfukta jordlagren till ett större djup och undandrages därigenom afdunstningen samt kommer i stället att afrinna som grundvatten.

Sekreteraren anmälde för intagande i Förhandlingarna:

Joh. Chr. Moberg: Nya bidrag till kännedomen om Sveriges silurcirripeder.

Hans W:son Ahlmann: The morphology of the Arpojaure, a postglacial lake in Torne Lappmark.

Otto Gertz: Fossila zoocecidier å kvartära växtlämningar.

Vid mötet utdelades n:o 299 af Förhandlingarna.

Die Schleifhärte der Feldspate.

Von

P. J. Holmquist.

Nachdem es sich erwiesen hatte, dass die Methode, mittels gegenseitigen Abschleifens von Spaltstücken und Kristallen den relativen Abnutzungswiderstand der Minerale zu bestimmen, genaue Resultate lieferte und leicht zu handhaben war,[1] schien es mir von Interesse, die Härtevariation einer isomorphen Mischungsreihe mit dieser Methode zu untersuchen. Dabei lag es nahe, die Feldspate zuerst zu prüfen, weil sie meistens in genügend grossen Kristallen erhalten werden können, und weil ihre chemische Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften genau bekannt und von besonderer Wichtigkeit für die Isomorphielehre sind.

Das *Material* für die Untersuchung erhielt ich z. T. aus den Sammlungen der hiesigen Technischen Hochschule, ferner durch Einkauf aus der Krantz'schen Sammlung und dem Mineralien-Comptoir von Grebel, Wendler & Cie in Genf. Sehr wertvolle Exemplare von Albit, Oligoklas und Labrador erhielt ich aus dem Kgl. Schwed. Reichsmuseum und den Mineralogischen Instituten der Stockholms Högskola und der Universität in Kristiania durch das gütige Entgegenkommen der Herren Professoren Hj. Sjögren, H. Bäckström und W. C. Brögger. In sehr bereitwilliger und freundlicher Weise hat mir Herr Professor W. Luczizky in Warschau Handstücke der grobkristallinischen Norite aus Südrussland gesandt und

---

[1] Geol. Fören. Förh., Bd. 23 (1911): 281.

Angaben über die Zusammensetzung ihrer prachtvollen Labradorfeldspate mitgeteilt. Bei der Auswahl von Material hat mir auch Dr. G. FLINK freundlichst geholfen. Für all diese Unterstützung möchte ich hiermit meinen wärmsten Dank aussprechen.

Die *Ausführung der Schleifversuche* habe ich nur in einigen Hinsichten etwas verändert. Es hatte sich als nötig erwiesen, das käufliche Karborundumpulver durch Abschlämmen von eingemengten gröberen Körnern und kolloidalen Massen zu reinigen, um dadurch ein homogenes und in allen Versuchen gleiches Schleifmittel gebrauchen zu können. Im allgemeinen bestand bei den im Folgenden angeführten Versuchen das Schleifmittel aus Körnern von 0.006—0.012 *mm* und sehr scharfeckigen Formen. Anfänglich liess ich jeden Versuch 10—20 Minuten fortdauern. Später beschränkte ich die Zeit auf 10 Minuten und fand es dann nach einiger Übung möglich, eine hohe Gleichmässigkeit bei dem Schleifen zu erzielen. So verlor beim Versuch 5 (Quarz gegen Albit) der Quarz bei sechs auf einander folgenden Abschleifungen, die jedesmal 10 Minuten dauerten, bezw. 2.6, 3.5, 3.7, 3.8, 3.7, 3.4 *mg* an Gewicht.

Bei der Untersuchung der Feldspate trat eine Konstanz der Schleifresultate oftmals nicht sofort ein, sondern erst nach dem vierten oder fünften Versuch. Besonders zeigten die (001)-Flächen ein solches Verhalten, und bisweilen schwankten die Werte, nämlich falls die Basisebene Perlmutterglanz hatte, ziemlich stark. Im Ganzen waren aber schon die ersten Resultate, die ich mit den Feldspaten erhielt, überraschend regemässig.

I. Adular.

Von diesem Feldspat standen mir einige schöne, klar durchsichtige Stücke zur Verfügung. Auf den beiden Spaltflächen waren aber Andeutungen eines perlmutterartigen Glanzes vorhanden, ein Zeichen dafür, dass schon Spalten parallel den

Tabelle 1.

Adular gegen *Quarz.*

$Vd_2 : Vd_1$ gibt das Verhältnis der Verluste in Volumen berechnet an. *H* ist die Härte (Abnutzungswiderstand), bezogen auf den Wert 1000 für die (0001)-Fläche des Quarzes. Korngrösse des Schleifpulvers (Karborundum) 0,006—0,012 *mm*. Dauer jedes Schleifversuches 10 Minuten.

Quarz auf (0001)		Adular ⊥ (001) : (010)		Quarz: Sp. G. = 2.65 Adular: » » = 2.57			
Gewicht	Verlust: D_1	Gewicht	Verlust: D_2	$D_2 : D_1$	Mittel	$Vd_2 : Vd_1$	*H*
3.4916 *g*	0.0034 *g*	3.5647 *g*	0.0056 *g*	(1.65)			
3.4882 »	0.0034 »	3.5591 »	0.0077 »	2.26			
3.4848 »	0.0040 »	3.5514 »	0.0089 »	2.22	2.24	2.31	*433*
3.4808 »	0.0035 »	3.5425 »	0.0077 »	2.20			
3.4773 »	0.0044 »	3.5348 »	0.0100 »	2.27			
3.4729 »		3.5248 »					
Quarz auf (0001)		Adular auf (001)					
3.4729 *g*	0.0048 *g*	3.5248 *g*	0.0207 *g*	4.31			
3.4681 »	0.0037 »	3.5041 »	0.0184 »	5.00			
3.4644 »	0.0035 »	3.4857 »	0.0177 »	5.06	5.02	5.18	*193*
3.4609 »	0.0034 »	3.4680 »	0.0191 »	5.71			
3.4575 »		3.4489 »					
Quarz auf (0001)		Adular auf (010)					
3.4575 *g*	0.0038 *g*	3.4489 *g*	0.0099 *g*	2.61			
3.4537 »	0.0039 »	3.4390 »	0.0086 »	(2.21)			
3.4498 »	0.0023 »[1]	3.4304 »	0.0048 »[1]	(2.09)			
3.4475 »		3.4256 »			2.55	2.63	*380*
3.4097 »	0.0040 »	3.4022 »	0.0097 »	2.42			
3.4057 »	0.0042 »	3.3925 »	0.0110 »	2.62			
3.4015 »		3.3815 »					

---

[1] Diese Werte sind durch Schleifen während nur 5 Minuten erhalten. Wegen Abfallens kleiner Fragmente von dem Quarzprobestück wurden beide Stücke neugeschliffen und ihre Ecken und Kanten abgerundet. Die in Klammern gesetzten Zahlen wurden beim Berechnen der Mittelwerte ausgeschlossen.

Spaltrichtungen sich geöffnet hatten. Beim Schleifen auf der (0001)-Fläche des Quarzes (*Tab. 1*) zeigten die Werte für die (001)-Fläche des Adulars ein starkes Schwanken, und auch bei der (010)-Fläche tritt dieselbe Unstetigkeit hervor. Senkrecht auf den Spaltrichtungen wurde dagegen eine Konstanz bald erreicht. Die erhaltenen Werte für die Härte weichen von den bei meinen früheren Versuchen[1] gefundenen sehr bedeutend ab, nämlich:

Härtezahl	bei den jetzigen	früheren Versuchen	Variation bei den jetzigen Versuchen.
für (001)	193	316	225—170
(010)	380	478	464—370
» ⊥ (001) : (010)	433	493	441—414[2]

Die Ursache der bedeutenden Variation bei den Werten für (001) und (010) im Adular muss ohne Zweifel in der hoch entwickelten Spaltbarkeit dieses Minerals gesucht werden. Auch in anderen später zu erwähnenden Fällen hat es sich gezeigt, dass auf Flächen, denen parallel eine ausgeprägte mit Perlmutterglanz verbundene Spaltbarkeit vorhanden ist, beim fortgesetzten Schleifen die spezifischen Gewichtsverluste bis zu einem Maximum zunehmen. Wird dann die Fläche auf einer Eisenscheibe rasch neugeschliffen, so erhält man bei erneutem Versuch zuerst kleinere Werte, nach und nach aber wieder grössere. Die Beanspruchung der Spaltflächen bei der Schleifprobe besteht ausser in dem Abreissen sehr kleiner Fragmente wahrscheinlich in einer Auflockerung tiefer liegender Spaltschichten, wodurch die Kristallsubstanz für die späteren Prüfungen gewissermassen weicher geworden ist. Der erste Wert repräsentiert also nicht die totale Einwirkung des Schleifens auf diese Kristallsubstanz. Als störendes Moment spielt auch die im Kristall schon vorhandene Auflockerung parallel den Spaltflächen mit, die sich durch den Perlmutterglanz verrät und eine sprungweise Erniedrigung des Abnutzungswiderstandes verursacht.

---

[1] L. c., Seite 305.

[2] Der erste Wert für $D_2 : D_1$ (1.65) ist in der Variation nicht mit einbegriffen.

Den von mir früher angegebenen Werten für den Abnutzungswiderstand des Adulars lagen nur wenige Bestimmungen zugrunde.[1] Das bei jenen Versuchen angewandte Schleifmittel enthielt auch eingemengte grössere Körner, wodurch eine bedeutend kräftigere Abnutzung der Probestücke bewirkt wurde.

II. Mikroklin.

Zur Untersuchung benutzte ich ein Spaltstück von blassrotem Mikroklin aus Ytterby. Derselbe hat nach I. NORDENSKJÖLD[2] eine Zusammensetzung von ungefähr $Or_{75}Ab_{25}$. Sein *spezifisches Gewicht* betrug *2.56*. Die Dünnschliffe zeigen, dass wenigstens ein Teil des Albitgehalts in der Form von perthitischen Albitschnüren in die Mikroklinsubstanz mechanisch eingemengt ist. Wieviel Albitsubstanz der Mikroklin als isomorphe Beimischung enthielt, blieb also unbestimmt. Die Spaltbarkeit, wiewohl sehr vollkommen, war doch weniger ausgeprägt als beim Adular. Ein Perlmutterglanz fehlte, und die Pelluzidität war die den Pegmatitfeldspaten eigene, d. h. die Substanz war als ein wenig opak und nur kantendurchscheinend zu bezeichnen.

Die Schleifversuche zeigten (*Tab. 2*) ein viel regelmässigeres Verhalten als beim Adular. Die Durchschnittswerte der beiden Substanzen stimmen aber sehr gut überein, und die Härtezahlen sind daher nur wenig verschieden. Diese Übereinstimmung ist um so bemerkenswerter, als die innere Struktur, die Herkunft und Bildungsweise des Mikroklins sehr verschieden von denjenigen des Adulars sind.

---

[1] L. c., Seite 290.

[2] Der Pegmatit von Ytterby. Bull. of the Geol. Institut of Upsala. Vol. IX (1908).

Tabelle 2.

Mikrolin gegen *Quarz*.

Die Bezeichnungen sind dieselben wie in der vorigen Tabelle. Korngrösse des Schleifpulvers und Dauer der Versuche gleichfalls wie im vorigen Falle.

Quarz auf (0001)		Mikroklin auf (001)		Quarz: Sp. G. = 2.65 Mikroklin: » » = 2.56			
Gewicht	Verlust: D_1	Gewicht	Verlust: D_2	$D_2 : D_1$		$Vd_2 : Vd_1$	*H*
					Mittel		
3.1909 *g*		5.5977 *g*					
	0.0052 *g*		0.0250 *g*	4.81			
3.1857 »		5.5727 »					
	0.0065 »		0.0320 »	4.92			
3.1792 »		5.5407 »					
	0.0048 »		0.0217 »	4.52	4.69	4.86	*206*
3.1744 »		5.5190 »					
	0.0059 »		0.0267 »	4.54			
3.1685 »		5.4923 »					
	0.0061 »		0.0286 »	4.69			
3.1624 »		5.4637 »					
Quarz auf (0001)		Mikroklin auf (010)					
3.1624 *g*		5.4466 *g*					
	0.0054 *g*		0.0151 *g*	(2.80)			
3.1570 »		5.4315 »					
	0.0064 »		0.0159 »	2.48			
3.1506 »		5.4156 »					
	0.0060 »		0.0153 »	2.55	2.57	2.66	*374*
3.1446 »		5.4003 »					
	0.0060 »		0.0159 »	2.65			
3.1386 »		5.3844 »					
	0.0054 »		0.0141 »	2.61			
3.1332 »		5.3703 »					
Quarz auf (0001)		Mikroklin ⊥ (001) : (010)					
3.1332 *g*		5.3703 *g*					
	0.0044 *g*		0.0097 *g*	2.20			
3.1288 »		5.3606 »					
	0.0038 »		0.0079 »	2.08	2.13	2.21	*454*
3.1250 »		5.3527 »					
	0.0048 »		0.0102 »	2.12			
3.1202 »		5.3425 »					
	0.0039 »		0.0083 »	2.13			
3.1163 »		5.3342 »					

III. Sanidin.

Die Sanidine, über welche ich verfügte, stammten aus dem bekannten Vorkommen bei Drachenfels. Dieselben eignen sich wegen ihrer Brüchigkeit und ihres Reichtums an Einschlüssen nicht besonders gut zu Härtebestimmungen. Durch Kochen

Tabelle 3.

Sanidin gegen *Quarz*.

Bezeichnungen und Verfahren beim Schleifen wie vorher angegeben.

Quarz auf (0001)		Sanidin auf (001)		Quarz: Sp. G. = 2.65 Sanidin: » » = 2.58			
Gewicht	Verlust: D_1	Gewicht	Verlust: D_2	$D_2 : D_1$	Mittel	$Vd_2 : Vd_1$	*H*
3.3078 *g*	0.0107 *g*	5.7036 *g*	0.0361 *g*	(3.37)	4.45	4.57	*219*
3.2971 »	0.0101 »	5.6675 »	0.0456 »	4.51			
3.2870 »	0.0105 »	5.6219 »	0.0461 »	4.39			
3.2765 »	0.0118 »	5.5758 »	0.0465 »	(3.94)			
3.2647 »		5.5293 »					
Quarz auf (0001)		Sanidin auf (010)					
3.2647 *g*	0.0111 *g*	5.5293 *g*	0.0403 *g*	3.63	3.67	3.77	*265*
3.2536 »	0.0142 »	5.4890 »	0.0531 »	3.74			
3.2394 »	0.0142 »	5.4359 »	0.0599 »	(4.22)			
3.2252 »	0.0115 »	5.3760 »	0.0420 »	3.65			
3.2137 »		5.3340 »					
Quarz auf (0001)		Sanidin ⊥ (001):(010)					
3.2137 *g*	0.0048 *g*	5.3340 *g*	0.0119 *g*	2.48	2.51	2.59	*388*
3.2089 »	0.0057 »	5.3221 »	0.0141 »	2.47			
3.2032 »	0.0064 »	5.3080 »	0.0173 »	(2.70)			
3.1968 »	0.0059 »	5.2907 »	0.0152 »	2.58			
3.1909 »		5.2755 »					

in Kanadabalsam konnte aber die Festigkeit des Probestückes bedeutend verbessert werden. Die in den Schleifflächen sichtbaren Einschlüsse, welche aus dunklen Mineralkörnern bestanden, wurden durch Bohren mit einer Präpariernadel entfernt. Die Spaltbarkeit war weniger hervortretend als die der Querfläche annähernd parallele unregelmässige Absonderung. Das spezifische Gewicht schwankte wegen der Anwesenheit von mineralischen Einschlüssen und Gasporen nicht unbedeutend.

Die reinsten kleinen Fragmente zeigten in der Thoulet'schen Flüssigkeit das *spez. Gewicht 2.582.*

Von den Drachenfels-Sanidinen sind 5 chemische Analysen veröffentlicht worden.[1] Laut derselben ist die *chemische Zusammensetzung* durch einen bedeutenden Gehalt an Natron charakterisiert. Die in verhältnismässig späterer Zeit, nämlich von SCHMIDT[2] und LEMBERG[3] ausgeführten Analysen zeigen 8.00—9.31 % K_2O und 4.67—4.52 % Na_2O nebst 1.49—0.76 % CaO, welche Zahlen einer isomorphen Mischung von ziemlich nahe $Or_1(Ab,An)_1$ entsprechen. Das eigentümliche Verhalten, welches der Sanidinfeldspat bei der Härteprüfung im Vergleich mit den anderen *Or-Ab*-Feldspaten aufweist (vergl. *Tab. 3* und das graphische Schema auf S. 429), macht eine nähere Untersuchung der Schleifhärte der natronreichen Sanidine sehr wünschenswert.

IV. Natronorthoklas.

Zur Untersuchung benutzte ich Spaltstücke von einem Natronorthoklas aus Fredriksvärn in Norwegen. Dieselben hatten grauschwarze Farbe und glänzende Spaltflächen. Im ganzen ist diese schöne Feldspatart auch sehr homogen, aber hier und da erscheinen (besonders in den (010)-Flächen) hellfarbige Adern von perthitisch eingeflochtenem Plagioklas. Die Spaltbarkeit war sehr ausgeprägt und besonders die der (001)-Fläche mit Rissigkeit oder Aufblätterung verbunden. Das *spez. Gewicht* betrug *2.584.* Dieser Feldspat entstammt den geologisch zusammengehörigen Vorkommen von Natronorthoklas, Natronmikroklin, Mikroperthit und Kryptoperthit des Fredriksvärn—Laurvikgebietes in Süd-Norwegen, deren Zusammensetzung zufolge BRÖGGER[4] das Mischungsverhältnis

---

[1] C. HINTZE: Handbuch der Mineralogie.

[2] Tscherm. Mitth., N. F. **4** (1882): 12.

[3] Z. d. d. geol. Ges. **35** (1883): 603.

[4] Zeitschr. f. Kryst. XVI (1890): 529.

Tabelle 4.

Natronorthoklas gegen *Quarz.*

Bezeichnungen wie vorher. Die Zeit für jeden Schleifversuch schwankte zwischen ungefähr 10 bis 20 Minuten.

Quarz auf (0001)		Natronorthoklas auf (010)		Quarz: Sp. G. = 2.65 Natronorthoklas: Sp. G.=2.58			
Gewicht	Verlust: D_1	Gewicht	Verlust: D_2	$D_2 : D_1$	Mittel	$Vd_2 : Vd_1$	*H*
4.1406 *g*		8.7580 *g*					
	0.0086 *g*		0.0194 *g*	2.26			
4.1320 »		8.7386 »					
	0.0099 »		0.0224 »	2.26			
4.1221 »		8.7162 »					
	0.0103 »		0.0248 »	(2.41)			
4.1118 »		8.6914 »			2.26	2.32	431
		8.5765 »					
	0.0050 »		0.0112 »	2.24			
4.1068 »		8.5653 »					
	0.0130 »		0.0294 »	2.26			
4.0938 »		8.5359 »					
Quarz auf (0001)		Natronorthoklas auf (001)					
4.0938 *g*		8.5359 *g*					
	0.0024 *g*		0.0089 *g*	(3.71)			
4.0914 »		8.5270 »					
	0.0074 »		0.0208 »	2.81			
4.0840 »		8.5062 »					
	0.0075 »		0.0210 »	2·80			
4.0765 »		8.4852 »					
	0.0085 »		0.0227 »	2.67			
4.0680 »		8.4625 »			2.74	2·81	355
	0.0055 »		0.0170 »	(3.10)			
4.0625 »		8.4455 »					
		8.4159 »					
	0.0074 »		0.0198 »	2.68			
4.0551 »		8.3961 »					
	0.0046 »		0.0135 »	(2.93)			
4.0505 »		8.3826 »					
Quarz auf (0001)		Natronorthoklas ⊥ (001) : (010)					
4.0505 *g*		8.3826 *g*					
	0.0038 *g*		0.0072 *g*	1.89			
4.0467 »		8.3754 »					
	0.0085 »		0.0151 »	1.78	1.87	1.92	521
4.0382 »		8.3603 »					
	0.0037 »		0.0070 »	1·89			
4.0345 »		8.3533 »					
	0.0069 »		0.0131 »	1·90			
4.0276 »		8.3402 »					

$Or_{40}Ab_{60}$ nahezu konstant aufweist. Ein Teil des Natrongehalts des von mir untersuchten Natronorthoklases aus Fredriksvärn ist als Albit in den ausgeschiedenen Perthitlamellen vorhanden. Die Hauptmasse muss aber als kryptoperthitische oder isomorphe Mischung, möglicherweise auf diese beiden Weisen, der Orthoklassubstanz beigemischt sein.

Schon beim Anschleifen eines Spaltstückes zur Anfertigung des Probestückes machte sich die grössere Härte dieser Feldspatart deutlich bemerkbar. Aus der *Tabelle 4* und dem graphischen Schema (S. 429) findet man, dass unter den Feldspaten nur der Albit den Natronorthoklas an Härte übertrifft. Die durchschnittliche Härte scheint sogar ein wenig höher beim letzteren zu sein. Dieses Verhalten ist um so bemerkenswerter, als der ähnlich zusammengesetzte Sanidin zu den weichsten Feldspatarten gehört.

V. **Albit** (aus *Ruschuna*, in Graubünden).

Die schönen Albitkristalle von Schmirn in Tirol, die ich zuerst für Schleifversuche gebrauchte, konnten leider nur in kleinen Kristallen erhalten werden, und da sie fast nur als Karlsbaderzwillinge auftreten, war die Prüfung auf (001) und ⊥ (001) : (010) fast unmöglich. Mit einem Kristall von nur 0.3—0.2 *g* Gewicht erhielt ich beim Schleifen auf (010) gegen Quarz auf (0001) eine Reihe gut übereinstimmender Werte, die zu der *Härtezahl* **386** für (010) führte,[1] welches Resultat sich als zuverlässig erwiesen hat.

Später erhielt ich vom Mineralien-Comptoir in Genf Handstücke mit prachtvollen Drusen von wasserklaren Albitkristallen, die eine bedeutende Grösse hatten und, wenn auch im allgemeinen nach dem Karlsbadergesetz verzwillingt, doch in einfachen Kristallen oder hinreichend grossen Spaltstücken erhalten werden konnten. Die Drusen stammten der Angabe nach aus einem neu entdeckten Vorkommen bei *Ruschuna* bei Vals in Graubünden. Das *spez. Gewicht*, mittels Thoulet'scher

---

[1] Dieser Wert ist in dem graphischen Schema (Seite 429) dicht über dem Härtepunkt für (010) des Ruschunaalbites eingetragen.

Lösung und der Westphalschen Wage bestimmt, betrug *2.622*. Die Kristalle waren gleich denjenigen von Schmirn tafelig nach (010) entwickelt und zeigten nach der (001)-Fläche eine sehr vollkommene Spaltbarkeit. Die Durchgänge nach (010 traten weniger hervor. Von einer Aufblätterung nach den Spaltflächen war wenig zu sehen, und die Einwirkung der Spaltbarkeit auf die Schleifversuche erschien nicht so störend wie z. B. bei dem Adular.

Im Polarisationsmikroskop wurde die *optische Auslöschung* in Spaltblättchen parallel (001) zu 4—6 und parallel (010) zu 18—20° bestimmt. Die optischen Daten wie auch das spez. Gewicht stimmen also mit den für den Albit charakteristischen gut überein.

Die Ergebnisse der Härteprüfungen mit dem Albit von Ruschuna sind in der *Tabelle 5* enthalten. Bemerkenswert ist besonders der hohe Wert des Abnutzungswiderstandes beim Schleifen senkrecht zu den beiden Spaltflächen des Albites. Auch in den Spaltflächen ist die Schleifhärte des Albits höher als in entsprechenden Richtungen der meisten anderen Feldspate, wiewohl der Unterschied hier kleiner ist.

Die erhaltenen Werte (*Tab. 5*) stimmen, wie ersichtlich, gut überein. Auch in der (001)-Fläche ist die von der Spaltbarkeit herrührende Unstetigkeit der relativen Gewichtsverluste in diesem Falle sehr mässig.

VI. Albit (aus *Gellivara*).

Schöne grosse Spaltstücke eines Albits von Gellivara erhielt ich aus den Sammlungen des Kgl. Schwedischen Reichsmuseums. Sie waren von weissgrauer Farbe mit einem Stich ins Rötliche und zeigten eine feine Zwillingslamellenstruktur nach dem Albitgesetz. Auf der Spaltfläche (001) erscheinen Perlmutterglanz und zugleich Spuren einer schwachen Biegung und Quetschung der Substanz. Auch die Fläche (010) zeigte derartige Spuren,

Tabelle 5.

Albit aus *Ruschuna* gegen *Quarz*.

Dauer jedes Schleifversuches 10 Minuten.

Quarz auf (0001)		Albit auf (001)		Quarz: Sp. G. = 2.65 Albit: » » = 2.62			
Gewicht	Verlust: D_1	Gewicht	Verlust: D_2	$D_2 : D_1$	Mittel	$Vd_2 : Vd_1$	***H***
3.1163 *g*		2.1366 *g*					
	0.0022 *g*		0.0089 *g*	4.05			
3.1141 »		2.1277 »					
	0.0023 »		0.0090 »	3.91			
3.1118 »		2.1187 »					
	0.0028 »		0.0115 »	4.11	3.94	3.99	***251***
3.1090 »		2.1072 »					
	0.0030 »		0.0114 »	3.80			
3.1060 »		2.0958 »					
	0.0034 »[1]		0.0131 »[1]	3·85			
3.1026 »		2.0827 »					
Quarz auf (0001)		Albit auf (010)					
3.1026 *g*		2.0827 *g*					
	0.0040 *g*		0.0103 *g*	2.58			
3.0986 »		2.0724 »					
	0.0047 »		0.0123 »	2.62	2.60	2.63	***380***
3.0939 »		2.0601 »					
	0·0058 »		0.0147 »	(2.53)[2]			
3·0881 »		2.0454 »					
Quarz auf (0001)		Albit ⊥ (001) : (010)					
3.4015 *g*		2.1968 *g*					
	0.0026 *g*		0.0042 *g*	1.62			
3.3989 »		2.1926 »					
	0.0035 »		0.0056 »	1.60			
3.3954 »		2.1870 »					
	0.0037 »		0.0060 »	1·62	1.61	1.63	***614***
3.3917 »		2.1810 »					
	0.0038 »		0.0057 »	(1.50)			
3.3879 »		2.1753 »					
	0.0037 »		0.0059 »	1.60			
3.3842 »		2.1694 »					
	0.0034 »		0.0055 »	1.62			
3.3808 »		2.1639 »					

aber weniger deutlich. Infolge dieses Umstandes waren die Spaltflächen schimmernd und wenig glänzend. Übrigens schien dieser Albit von vorzüglicher Reinheit zu sein. Nach den

---

[1] Die angeschliffene (0001)-Fläche dieses Quarzkristalles war anfangs etwas krumm. Daher steigen die Gewichtsverluste, weil die Kontaktfläche während des Schleifens sich vergrösserte.

[2] Dieser Wert wurde wegen einer vermuteten kleinen Beschädigung des Quarzkristalles beim Berechnen des Mittelwertes ausgeschlossen.

Tabelle 6.

Albit von *Gellivara* gegen *Quarz.*

Dauer jedes Schleifversuches 10 Minuten. Die in der Tabelle zuletzt aufgeführten vier Bestimmungen sind bei Verwendung eines gröberen Schleifpulvers erhalten worden.

Quarz auf (0001)		Albit auf (010)		Quarz: Sp. G. = 2.65 Albit: » » = 2.61			
Gewicht	Verlust: D_1	Gewicht	Verlust: D_2	$D_2 : D_1$		$Vd_2 : Vd_1$	*H*
					Mittel		
3.3246 *g*		7.2474 *g*					
	0.0084 *g*		0.0253 *g*	(3.01)	3.24	3.29	*304*
3.3162 »		7.2221 »					
	0.0084 »		0.0272 »	3.24			
3.3078 »		7.1949 »					
Quarz auf (0001)		Albit ⊥ (001) : (010)					
3.3808 *g*		7.3554 *g*					
	0.0061 *g*		0.0110 *g*	1.80			
3.3747 »		7.3444 »					
	0.0058 »		0.0108 »	1.86			
3.3689 »		7.3336 »					
	0.0053 »		0.0101 »	1.91			
3.3636 »		3.3235 »					
	0.0055 »		0.0108 »	1.96			
3.3581 »		7.3127 »			1.92	1.95	*513*
	0.0080 »		0.0160 »	2.00			
3.3501 »		7.2967 »					
	0.0081 »		0.0157 »	1.94			
3.3420 »		7.2810 »					
	0.0105 »		0.0201 »	1.91			
3.3315 »		7.2609 »					
	0.0069 »		0.0135 »	1.96			
3.3246 »		7.2474 »					

gütigen Mitteilungen von Dr. G. Flink, der mit der Beschreibung dieser und anderer schwedischen Mineralien beschäftigt ist, haben diese Gellivara-Albite eine *chemische Zusammensetzung*, die der Formel $Ab_{95}An_5$ entspricht. Das *spez. Gewicht* betrug 2.6100.

Wegen der etwas mangelhaften Beschaffenheit der (001)- und (010)-Flächen wurden mit dem Gellivara-Albit Schleifversuche hauptsächlich nur senkrecht zu (001):(010) angestellt. Vor dem Versuch wurde das Probestück in Kanadabalsam gekocht. Die danach erhaltenen Werte zeigten eine sehr gute Übereinstimmung (*Tab. 6*). Aus der Tabelle und

Tabelle 7.

Albit von *Tammela* gegen *Quarz.*

Dauer jedes Schleifversuches 10—20 Minuten.

Quarz auf (0001)		Albit auf (001)		Quarz: Sp. G. = 2.65 Albit: » » = 2.64			
Gewicht	Verlust: D_1	Gewicht	Verlust: D_2	$D_2 : D_1$	Mittel	$Vd_2 : Vd_1$	*H*
3.9525 *g*	0.0095 *g*	13.3302 *g*	0.0384 *g*	(4.04)			
3.9430 »		13.2918 »					
		13.2516 »					
3.9388 »	0.0042 »	13.2336 »	0.0180 »	4.29	4.56	4.58	*219*
3.9340 »	0.0048 »	13.2104 »	0.0232 »	4.83			
Quarz auf (0001)		Albit auf (010)					
3.9340 *g*	0.0069 *g*	13.2098 *g*	0.0206 *g*	2.99			
3.9271 »	0.0088 »	13.1892 »	0.0254 »	2.89	2.95	2.96	*338*
3.9183 »	0.0109 »	13.1638 »	0.0325 »	2.98			
3.9074 »		13.1313 »					
Quarz auf (0001)		Albit ⊥ (001) : (010)					
3.9074 *g*	0.0055 *g*	13.1313 *g*	0.0119 *g*	2.16	2.14	2.15	*466*
3.9019 »	0.0081 »	13.1194 »	0·0172 »	2.12			
3.8938 »		13.1022 »					

dem graphischen Schema (S. 429) findet man, dass der kleine Gehalt von Anorthit den Abnutzungswiderstand des Albites wesentlich herabgesetzt hat.

VII. Albit (aus *Tammela* in Finnland).

Der Albit von Tammela, welchen ich aus der Sammlung des Kgl. Schwedischen Reichsmuseums erhielt, bestand aus Spaltstücken von weisser Farbe. Sie hatten eine splitterige Beschaffenheit und zerfielen leicht in scharfeckige kleine Stücke, deren Bruchflächen sich mehr oder weniger regelmässig durch-

Tabelle 8.

Oligoklas von Bamle gegen *Quarz.*

Dauer jedes Schleifversuches 10—20 Minuten.

Quarz auf (0001)		Oligoklas auf (001)		Quarz: Sp. G. = 2.65 Oligoklas: » » = 2.67			
Gewicht	Verlust: D_1	Gewicht	Verlust: D_2	$D_2 : D_1$	Mittel	$Vd_2 : Vd_1$	*H*
3.8623 *g*	0.0040 *g*	13.3428 *g*	0.0151 *g*	(3.78)			
3.8583 »	0.0056 »	13.3277 »	0.0234 »	4.18			
3.8527 »	0.0044 »	13.3043 »	0.0193 »	4.39			
3.8483 »	0.0059 »	13.2850 »	0.0271 »	4.59	4.31	4.28	*234*
3.8424 »	0.0044 »	13.2579 »	0.0174 »	(3.95)			
3.8380 »	0.0044 »	13.2405 »	0.0188 »	4.27			
3.8336 »	0.0020 »	13.2217 »	0.0082 »	4.10			
3.8316 »		13.2135 »					
Quarz auf (0001)		Oligoklas auf (001)					
3.8316 *g*	0.0109 *g*	13.2135 *g*	0.0402 *g*	3.69			
3.8207 »		13.1733 »					
	0.0077 »	13.1717 »	0.0267 »	3.47			
3.8130 »	0.0069 »	13.1450 »	0.0239 »	3.46			
3.8061 »	0.0053 »	13.1211 »	0.0189 »	3.57			
3.8008 »	0.0053 »	13.1022 »	0.0197 »	3.72	3.66	3.63	*275*
3.7955 »	0.0061 »	13.0825 »	0.0236 »	3·87			
3.7894 »	0.0044 »	13.0589 »	0.0168 »	3.82			
3.7850 »	0.0062 »	13.0421 »	0·0227 »	3·66			
3.7788 »	0.0030 »	13.0194 »	0.0120 »	(4.00)			
3.7758 »		13.0074 »					
Quarz auf (0001)		Oligoklas ⊥ (001) : (010)					
3.7758 *g*	0·0061 *g*	13.0057 *g*	0.0140 *g*	2.30			
3.7697 »	0.0052 »	12.9917 »	0.0110 »	2.12	2.24	2.22	*450*
3.7645 »	0.0044 »	12.9807 »	0.0101 »	2.30			
3.7601 »	0·0075 »	12.9706 »	0.0169 »	2.25			
3.7526 »		12.9537 »					

kreuzten. Von den Spaltflächen zeigte die (001)-Fläche Perlmutterglanz und neigte zur Ablösung kleiner Spaltblätter. Die Substanz war also zu Härteversuchen weniger brauchbar. Durch Kochen in Kanadabalsam konnte aber die Brüchigkeit etwas aufgehoben werden, so dass die Mikrofestigkeit ziemlich gut messbar wurde. Das *spez. Gewicht* betrug 2.639—2.6405. In Spaltblättern und Dünnschliffen nach (010) war die optische Auslöschung 13—15°, einer Zusammensetzung von $Ab_{90}An_{10}$ [1] durchschnittlich entsprechend.

Im Vergleich zum reinen Albit zeigt der Tammela-Albit eine entschieden weichere Beschaffenheit. Seine Schleifhärte ist jedoch durchschnittlich etwas grösser als diejenige der meisten anderen Plagioklase. (*Tabelle 7* und graphisches Schema, S. 429.)

VIII. Oligoklas (*Bamle*).

Untersucht wurde ein *Oligoklas*-Feldspat aus Bamle in Norwegen, von dem ich schöne Spaltstücke erhalten hatte. Dieselben waren von grauer Farbe und zeigten mikroskopisch Spuren einer saussuritartigen Umwandlung. Sie enthalten auch spärlich antiperthitische Interpositionen. Die optische Auslöschung deutete auf einen Oligoklas von der ungefähren Zusammensetzung $Ab_{80}An_{20}$. Das *spez. Gewicht* war *2.672*. Die Spaltbarkeit schien normal entwickelt zu sein. Der (001)-Fläche parallel war eine Aufblätterung vorhanden, jedoch nur in ziemlich geringem Grade entwickelt. Demgemäss war das Schwanken der Abnutzungswerte in den Spaltflächen ein mässiges, und die Resultate der Schleifversuche (*Tabelle 8*) scheinen sehr genau zu sein. Besonders gute Resultate lieferte hier wie gewöhnlich die Richtung ⊥ (001) : (001), wo die Aufblätterung parallel den Spaltflächen eine nur sehr geringe Einwirkung ausübt.

---

[1] Ein Albit von Tammela, welchen G. LINDSTRÖMS chemisch untersuchte (G. F. F. 7 (1885): 681), hatte das spez. Gew. = 2,623 und schien eine beinahe reine Albitzusammensetzung gehabt zu haben.

Tabelle 9.

Oligoklas von Tvedestrand gegen *Quarz.*

Dauer jedes Schleifversuches 10—20 Minuten.

Quarz auf (0001)		Oligoklas auf (0001)		Quarz: Sp. G. = 2.65 Oligoklas: » » = 2.66			
Gewicht	Verlust: D_1	Gewicht	Verlust: D_2	$D_2 : D_1$	Mittel	$Vd_2 : Vd_1$	*H*
3.6212 *g*	0.0075 *g*	17.5377 *g*	0.0289 *g*	(3·85)	4.48	4.46	224
3.6137 »	0.0107 »	17·5088 »	0.0477 »	4.46			
3.6030 »	0.0076 »	17.4611 »	0.0346 »	4.55			
3.5954 »	0.0106 »	17.4265 »	0.0469 »	4·42			
3.5848 »		17.3796 »					
Quarz auf (0001)		Oligoklas auf (010)					
3.5848 *g*	0.0018 *g*	17.3796 *g*	0.0061 *g*	3.39	3.60	3.59	279
3.5830 »	0.0055 »	17.3735 »	0.0215 »	3.91			
3.5775 »	0.0088 »	17.3520 »	0.0314 »	3.57			
3.5687 »	0.0093 »	17.3206 »	0.0348 »	3·74			
3.5594 »	0.0050 »	17.2858 »	0.0170 »	3.40			
3.5544 »		17·2688 »					
Quarz auf (0001)		Oligoklas ⊥ (001 : 010)					
3.5544 *g*	0.0056 *g*	17.2688 *g*	0.0122 *g*	2.18	2.19	2.18	458
3.5488 »	0.0080 »	17.2566 »	0.0177 »	2.21			
3.5408 »	0.0062 »	17.2389 »	0.0136 »	2.19			
3.5346 »		17.2253 »					

IX. Oligoklas (*Skjaerholt*, *Tvedestrand*, Norwegen).

Von dieser Varietät habe ich durch das gütige Entgegenkommen Herrn Professor BRÖGGER's ein sehr schönes grosses Spaltstück erhalten. Die Farbe des Feldspats war beinahe rein weiss. Er war kantendurchscheinend und zeigte eine vollkommene Spaltbarkeit ohne deutlich hervortretenden Perlmutterglanz. Zwillinglamellen fehlten beinahe vollständig bei dem Oligoklas aus Tvedestrand. Das *spez. Gewicht* sehr kleiner Fragmente, mittels der Thoulet'schen Lösung bestimmt, ergab *2.66*. Mit dem Polarisationsmikroskop beobachtet man in Spaltblättern ‖ (010) Auslöschungswinkel von 3°, ‖ (001) von 0°. Dies entspricht einer *Zusammensetzung* von ungefähr $Ab_{64}An_{36}$. Die Schleifversuche gaben für den Oligoklas aus Tvedestand beinahe dieselben Werte wie für den Bamle-Oligoklas, wiewohl die Zusammensetzung dieser beiden Plagioklase recht verschieden ist (*Tabelle 9;* vergl. *Tab. 8* und das *graphische Schema* S. 429).

X. Labrador (*Soggendal*).

Von den Mineralogischen Instituten der Hochschule in Stockholm und der Universität in Kristiania hatte ich schöne Stücke eines dunkelbraunen Labradors aus Soggendal in Norwegen erhalten. Sie schienen von vorzüglicher Reinheit zu sein. Polysynthetische Zwillingsstruktur nach dem Albitgesetz war bei den Spaltstücken sehr deutlich zu erkennen. Die Spaltbarkeit trat auch deutlich hervor, schien aber mit keiner Aufblätterung verbunden zu sein. Auch fehlte es bei dieser Feldspatart an unregelmässigen Spaltsystemen. Das Material schien daher zu Schleifversuchen besonders gut geeignet. Wie die *Tabelle 10* zeigt, schwanken aber die Abnutzungswerte beträchtlich, besonders für die (001)-Fläche. Dies rührt wahrscheinlich davon her, dass eine Neigung zu Aufblätterung nach den Spaltflächen dennoch vorhanden ist, wiewohl die dunkle Farbe des Feldspats eine etwaige Spaltenstruktur, die sich sonst durch den Perlmutterglanz zu erkennen geben würde, verbirgt. In Dünnschliffen kann man beobachten, dass die dunkel- oder rauchbraune Farbe, wie bei den kalkreichen Plagioklasen gewöhnlich, von einer Pigmentierung mittelst kryptomorpher Interpositionen herrührt. Die Auslöschungswinkel ergeben eine *Zusammensetzung* von ungefähr $Ab_{50}An_{50}$. Das *spez. Gewicht* betrug *2.6905*.

Tabelle 10.

Labrador aus Soggendal gegen *Quarz.*

Dauer jedes Schleifversuches 10—20 Minuten.

Quarz auf (0001)		Labrador auf (001)		Quarz: Sp. G. = 2.65 Labrador: » » = 2.69			
Gewicht	Verlust: D_1	Gewicht	Verlust: D_2	$D_2 : D_1$	Mittel	$Vd_2 : Vd_1$	*H*
3.7526 *g*	0.0075 *g*	7.8913 *g*	0.0290 *g*	(3.87)	4.76	4.69	*213*
3.7451 »	0.0047 »	7.8623 »	0.0218 »	4.64			
3.7404 »	0.0054 »	7·8405 »	0.0267 »	4.94			
3.7350 »	0.0048 »	7.8138 »	0.0244 »	5.08			
3.7302 »	0.0037 »	7.7894 »	0.0217 »	(5.87)			
3.7265 »		7.7677 »					
3.7271 »	0.0064 »	7.7690 »	0.0306 »	4.78			
3.7207 »	0.0085 »	7.7381 »	0.0370 »	4.35			
3.7122 »		7.7014 »					
Quarz auf (0001)		Labrador auf (010)					
3.7122 *g*	0.0048 *g*	7.7014 *g*	0.0187 *g*	3.90	3.84	3.78	*264*
3.7074 »	0.0073 »	7.6827 »	0.0277 »	3.79			
3.7001 »	0.0049 »	7.6550 »	0.0188 »	3.84			
3.6952 »		7.6362 »					
Quarz auf (0001)		Labrador ⊥ (001) : (010)					
3.6952 *g*	0.0053 *g*	7.6362 *g*	0.0117 *g*	2.21	2.23	2.20	*455*
3.6899 »	0.0078 »	7.6245 »	0.0173 »	2.22			
3.6821 »	0.0060 »	7.6072 »	0.0147 »	(2.45)			
3.6761 »	0.0106 »	7.5925 »	0.0239 »	2.25			
3.6655 »		7.5686 »					
	0.0064 »	7.5661 »	0.0143 »	2.23			
3.6591 »		7.5518 »					

Aus der *Tabelle 10* ist ersichtlich, dass der Labrador von Soggendal betreffs der Schleifhärte nur äusserst wenig von den Oligoklasfeldspaten abweicht. Er scheint jedoch in allen drei Richtungen ein wenig weicher als diese zu sein, was kaum als ein Zufall zu bezeichnen ist, sondern möglicherweise von seinem Reichtum an Pigmentinterpositionen herrühren kann.

Ein Spaltstück *labradorisierenden Labradors* unbekannter Herkunft, wahrscheinlich aus den Vorkommen in *Labrador*, wurde auf die Schleifhärte untersucht. Das Stück hatte gelbgraue Farbe und zeigte den bei Labradoren häufigen Farbenschiller in gelben bis grünen Tönen. Zwillingsbildung nach dem Albit- und Periklingesetz war an dem Vorkommen von Zwillingsstreifen auf den (001)- und (010)-Flächen zu erkennen. Die Spaltbarkeit trat weniger hervor. In Spaltblätten und Dünnschliffen wurden Auslöschungswinkel gemessen, die eine *Zusammensetzung* von beinahe Ab_1An_1 angeben. Mikroskopische Interpositionen von glimmerähnlicher Natur waren ziemlich reichlich vorhanden. Das *spez. Gewicht* betrug *2,6902*.

Der Abnutzungswiderstand des labradorisierenden Labradors erweist sich, wie aus der *Tabelle 11* hervorgeht, nicht unwesentlich höher als bei dem gleich zusammengesetzten Labrador aus Soggendal (vergl. das *graph. Schema*, S. 429). Eine bedeutende Erhöhung des Abnutzungswiderstandes im Vergleich zu den Plagioklasen der Oligoklas-Andesin-Labradorreihe trat auch bei der Untersuchung des folgenden stark labradorisierenden Labradors zutage.

XI. Labrador (Ab_2An_3) *aus Südrussland.*

Das Probestück war einem Handstück des prachtvollen Olivinnoritgesteins aus Gouv. Kiew, Kreis Tscherkassy in Südrussland, das von W. Luczizky beschrieben worden ist, entnommen. Durch freundliches Entgegenkommen des Herrn Professor Luczizky erhielt ich mehrere schöne Proben der südrussischen Labradoritgesteine, und aus denselben liessen sich ohne Schwierigkeit geeignete Probestücke der Feldspate heraussägen. Der Farbenschiller dieser Plagioklase ist unge-

Tabelle 11.

Labradorisierender Labrador gegen *Quarz.*

Dauer jedes Schleifversuches 10—20 Minuten.

Quarz auf (0001)		Labrador auf (001)		Quarz: Sp. G. = 2.65 Labrador: » » = 2.69			
Gewicht	Verlust: D_1	Gewicht	Verlust: D_2	$D_2 : D_1$	Mittel	$Vd_2 : Vd_1$	*H*
3.6470 *g*	0.0043 *g*	2.7792 *g*	0.0187 *g*	4.35	4.38	4.32	*232*
3.6427 »	0.0052 »	2.7605 »	0.0229 »	4.40			
3.6475 »		2.7376 »					
Quarz auf (0001)		Labrador auf (010)					
3.6591 *g*	0.0044 *g*	2.8211 *g*	0.0145 *g*	(3.30)	3.56	3.51	*285*
3.6547 »	0.0077 »	2.8066 »	0.0274 »	3.56			
3.6470 »		2.7792 »					
Quarz auf (0001)		Labrador (001) : (010)					
3.6375 *g*	0.0050 *g*	2.7376 *g*	0.0100 *g*	(2.00)	2.09	2.06	*486*
3.6325 »	0.0073 »	2.7276 »	0.0152 »	2.08			
3.6252 »	0.0040 »	2.7124 »	0.0084 »	2.10			
3.6212 »		2.7040 »					

mein kräftig. Die Durchgänge waren nur wenig durch offene Spalten angedeutet, und ihr störender Einfluss bei den Versuchen war dementsprechend ziemlich gering. Sehr schöne Zwillingsbildungen nach dem Albit-, Karlsbader- und Periklingesetz wurden beobachtet. In Spaltblättern nach (001) und (010) wurden *Auslöschungs*winkel beobachtet, die für eine Zusammensetzung von sehr nahe Ab_2An_3 sprechen, und das *spez. Gewicht* betrug *2.695*. Diese Beobachtungen stimmen sehr gut zu den mir gütigst von Herrn Professor LUCZIZKY mitgeteilten Daten über die Zusammensetzung des Gesteins und seiner Feldspate. Gemäss dieser Mitteilung ergaben 7 von Professor TARASSENKO (1899) ausgeführte chemische Analysen als Re-

Tabelle 12.

Labrador (Ab_2An_3) gegen *Quarz*.

Dauer jedes Schleifversuches 10 Minuten.

Quarz auf (0001)		Labrador auf (001)		Quarz: Sp. G. = 2.65 Labrador: » » = 2.695			
Gewicht	Verlust: D_1	Gewicht	Verlust: D_2	$D_2 : D_1$	Mittel	$Vd_2 : Vd_1$	*H*
3.8637 *g*	0.0041 *g*	1.9657 *g*	0.0148 *g*	3.61	3.77	3.71	*270*
3.8596 »	0.0044 »	1.9509 »	0.0163 »	3.70			
3.8552 »	0.0046 »	1.9346 »	0.0187 »	4.06			
3.8506 »	0.0050 »	1.9159 »	0.0185 »	3.70			
3.8456 »	0.0044 »	1.8974 »	0.0170 »	3.86			
3.8412 »	0.0038 »	1.8804 »	0.0149 »	3.91			
3.8374 »		1.8655 »					
Quarz auf (0001)		Labrador auf (010)					
3.8374 *g*	0.0056 *g*	1.8655 *g*	0.0174 *g*	3.11	3.37	3.31	*302*
3.8318 »	0.0044 »	1.8481 »	0.0157 »	3.57			
3.8274 »	0.0045 »	1.8324 »	0.0155 »	3.44			
3.8229 »	0.0046 »	1.8169 »	0.0149 »	3.24			
3.8183 »	0.0044 »	1.8020 »	0.0153 »	3.48			
3.8139 »		1.7867 »					
Quarz auf (0001)		Labrador ⊥ (001) : (010)					
3.8139 *g*	0.0049 *g*	1.7867 *g*	0.0114 *g*	(2.33)	1.90	1.87	*535*
3.8070 »	0.0048 »	1.7753 »	0.0093 »	1.94			
3.8022 »	0.0052 »	1.7660 »	0.0098 »	1.88			
3.7970 »	0.0056 »	1.7562 »	0.0102 »	1.82			
3.7914 »		1.7460 »					
3.7522 »[1]	0.0060 »		0.0116 »	1.93			
3.7462 »	0.0050 »	1.7344 »	0.0095 »	1.92			
3.7412 »		1.7248 »					

sultat, dass die Zusammensetzung des fraglichen Feldspats zwischen $Or_1Ab_7An_{12}$—$Or_1Ab_9An_{15}$ liegt.

---

[1] Abschleifen der der Schleiffläche anliegenden Kanten des Quarzkristalls.

In Dünnschliffen zeigte sich die Feldspatsubstanz sehr frisch, enthielt aber einige Einschlüsse, unter denen besonders antiperthitische Schnüre auffielen.

Die Resultate der Härteprüfungen, die ich mit den Labradoren (IX, X, XI) erhalten hatte, machten es im höchsten Grade wünschenswert, auch die anderen kalkreichen Plagioklase, die Bytownite, in die Untersuchung einzubeziehen. Leider schienen die Bytownite in der Natur niemals als grössere Kristalle vorzukommen, und daher konnte die Untersuchung in dieser Hinsicht nicht weitergeführt werden.

XII. Anorthit *von Miakijima in Japan.*

Von Anorthiten hatte ich mir Kristalle aus Monzoni, Tunaberg (Schweden) und Japan verschafft. Die Monzoni-Anorthite waren aber von einem sehr komplizierten Zwillingsbau und zu klein, um als Untersuchungsmaterial gut verwendet werden zu können. Auch das Stück von dem sehr seltenen, jetzt nicht mehr angetroffenen Amphodelith aus Tunaberg, das mir gütigst von Herrn Professor HJ. SJÖGREN zur Verfügung gestellt wurde, war infolge Zwillingsbildung und Verwachsungen nicht gut verwendbar. Dagegen erwies sich ein ziemlich grosser Kristall aus Miakijima, welcher mir von Dr F. KRANTZ in Bonn zugesandt wurde, für meinen Zweck besser geeignet. Er war weniger kompliziert aufgebaut mit gut ausgebildeten (001)- und (010)- nebst Prismen-, Domen- und Pyramidenflächen. In dem unteren Teil war der Kristall in ein körniges Aggregat aufgelöst, welches sich gegen die Mitte desselben erstreckte, ohne jedoch die Schleifflächen zu berühren. Das *spezifische Gewicht* dieses Anorthits betrug *2.758*. Die Resultate der Schleifversuche sind in der *Tabelle 13* zusammengestellt.

Wie aus den Härtezahlen (*Tabelle 13*) ersichtlich, hat der Anorthit in den Spaltflächen ungefähr die gleiche Härte wie die intermediären Plagioklase. In der Richtung ⊥ (001):(010)

Tabelle 13.

Anorthit gegen *Quarz.*

Dauer der Schleifversuche sehr verschieden.

Quarz auf (0001)		Anorthit auf (001)		Quarz: Sp. G. = 2.65 Anorthit: » » = 2.758			
Gewicht	Verlust: D_1	Gewicht	Verlust: D_2	$D_2 : D_1$	Mittel	$Vd_2 : Vd_1$	*H*
3.5346 *g*	0.0020 *g*	5.0837 *g*	0.0086 *g*	4.30	4.63	4.45	225
3.5326 »	0.0031 »	5.0751 »	0.0148 »	4.77			
3.5295 »	0.0037 »	5.0603 »	0.0178 »	4.81			
3.5258 »		5.0425 »					
Quarz auf (0001)		Anorthit auf (010)					
3.5258 *g*	0.0045 *g*	5.0425 *g*	0.0173 *g*	3.84	3.77	3.62	276
3.5213 »	0.0054 »	5.0252 »	0.0199 »	3.69			
3.5159 »		5.0053 »					
Quarz auf (0001)		Anorthit ⊥ (001) : (010)					
3.5159 *g*	0.0054 *g*	4.7583 *g*	0.0143 *g*	2.65	2.84	2.73	367
3.5105 »	0.0060 »	4.7440 »	0.0177 »	2.95			
3.5045 »	0.0063 »	4.7263 »	0.0180 »	2.86			
3.4982 »	0.0066 »	4.7083 »	0.0192 »	2.91			
3.4916 »		4.6891 »					

ist er aber bedeutend weicher als die Plagioklase. Keiner von den untersuchten Feldspaten hat in Schnitten senkrecht zu den beiden Spaltflächen eine geringere Härte als der Anorthit in derselben Richtung.

* * *

Von den drei auf die Schleifhärte untersuchten einfachen Feldspaten, dem Adular, Albit und Anorthit, hat sich also der Albit als nicht unbedeutend härter als die beiden anderen erwiesen (*graphisches Schema*, S. 429). Von den letzteren scheint der Adular im allgemeinen eine ein wenig grössere

Härte zu besitzen. Die Durchschnittswerte der gefundenen Härtezahlen sind die folgenden:

	Durchschnittswerte der Härte
Albit	415
Adular	335
Anorthit	289

In seiner interessanten Arbeit über Härte und Spaltbarkeit hat SCHROEDER VAN DER KOLK[1] auch diese drei Feldspate behandelt. Bekanntlich soll nach diesem Forscher eine Beziehung zwischen der sog. Kompaktheit (Atomenkonzentration, BENEDICKS)[2] und der Härte bestehen. Je dichter der Atomenbau der festen Substanz, um so grösser soll ihre Härte sein. Als Ausdruck für die Kompaktheit setzt SCHROEDER VAN DER KOLK

$$\frac{\text{spezifisches Gewicht}}{\text{Atomgewicht}}$$

oder bei den Mineralen, die chemische Verbindungen sind,

$$\frac{\text{spezifisches Gewicht}}{\text{Molekulargewicht}} \times \text{Anzahl der Atome im Molekül}$$

und gibt in einer Tabelle den Zahlenwert dieser Relation für ungefähr 300 Minerale an. Im grossen und ganzen zeigt es sich, dass dieser Wert der Kompaktheit mit der Härte der Minerale steigt und sinkt, wenn auch viele und sehr bedeutende Ausnahmen — die SCHROEDER VAN DER KOLK teilweise durch den Einfluss der Spaltbarkeit erklärt — vorhanden sind. Die drei einfachen Feldspate wurden auch untersucht, und es wurde nachgewiesen, dass der Albit, der etwas härter ist als die beiden anderen, auch den grössten Wert der Kompaktheit besitzt. Im übrigen ist die Übereinstimmung mit der Regel SCHROEDER VAN DER KOLK's bei den Feldspaten, wie man aus der folgenden Zusammenstellung ersieht, nicht gut.

---

[1] Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. II, 8. N:o 2 (1902).

[2] Zeitschrift für physikalische Chemie. XXXVI, 5 (1901).

	Durchschnittswert der Härte [1]	*Kompaktheit*
Adular	335	0.120
Albit	415	0.130
Anorthit	289	0.129

Der Anorthit, der entschieden weicher ist als der Adular, steht also hinsichtlich der Kompaktheit höher und nur unbedeutend unter dem viel härteren Albit. Nur wenn die Härte der (001)-Flächen der drei Feldspate allein in Betracht kommt, befinden sich die Härtezahlen mit der Kompaktheit einigermassen in Übereinstimmung:

	Härte der (001)-Flächen	*Kompaktheit*
Adular	193	0.120
Albit	251	0.130
Anorthit	225	0.129

Eine nähere Übereinstimmung kann in der Tat nicht erwartet werden, weil, wie das graphische Schema (S. 429) zeigt, *sehr grosse Schwankungen in der Härte der Feldspate* vorkommen. Diese Schwankungen scheinen zweierlei Ursachen zu haben. Zum Teil und hauptsächlich sind sie ohne Zweifel Funktionen des molekularen Baues der Kristalle. In einigen Fällen scheinen aber mikro- und kryptomorphologische Verhältnisse die Härte beeinflusst zu haben. Ein solches Verhalten ist das mit dem Perlmutterglanz verbundene Vorkommen von zahlreichen offenen Sprüngen in den Spaltrichtungen, wie hier mehrmals erwähnt worden ist. Dadurch wird die Härtezahl besonders für die (001)-Flächen der saureren Feldspate wahrscheinlich etwas herabgedrückt. Andererseits ist bei den farbenschillernden Feldspaten die Härte durch das Vorhandensein der dieses Phänomen hervorrufenden Interpositionen erhöht worden. Mikromorphe (und kryptomorphe) Strukturformen können nämlich, wie ich früher gezeigt habe,[2] die Härte bedeutend steigern. Das eigentümliche Verhältnis, dass der Natronorthoklas von Fredriksvärn und die Mehrzahl der untersuchten Labradore so bedeutend die nahestehenden Feldspate an Härte übertreffen, scheint kaum anders erklärt werden zu können als durch die Annahme, dass in Verbindung mit dem Farbenschiller eine innere Struktur vorhanden ist, die dem bei den mechanischen Beanspruchungen hervortretenden Einfluss der Kohäsionsminima mehr oder weniger entgegenwirkt.

---

[1] Nach den vorigen Versuchen.

[2] G. F. F. **33** (1911): 288, 308.

Es muss daher zwischen der *Eigenhärte* der kristallisierten Substanz und ihrer davon mehr oder weniger abweichenden *zufälligen Strukturhärte* bei genaueren Prüfungen unterschieden werden. Die zufälligen Einflüsse sind natürlich um so grösser, je grösser die Massen sind, die mechanisch beansprucht werden, d. h. im allgemeinen je gröber die Spitze ist, mit der die Härteprüfung vorgenommen wird. Bei Härteprüfungen durch Schleifen sind die wirksamen Spitzen sehr klein, und die Beanspruchungen der untersuchten Substanz auf sehr kleine Massenteilchen derselben beschränkt. Hieraus folgt, dass die Einflüsse von Inhomogenitäten, Sprüngen, Spannungen, Interpositionen etc., die auch in dem edelsten Kristallmaterial nicht vollständig fehlen, bei Anwendung der Schleifmethode auf ein Minimum reduziert sind. Von Bedeutung sind bei dieser Methode hauptsächlich nur solche innere Strukturen, deren Grössenordnung diejenige der beim Schleifen losgerissenen kleinen Partikeln nicht wesentlich übertrifft. Hierzu gehören die Interpositionsstrukturen der farbenschillernden Feldspate und die Aufblätterung nach den Spaltebenen, die den Perlmutterglanz hervorruft. Wahrscheinlich spielen in dieser Hinsicht kryptomorphe Strukturen, submikroskopische Verwachsungen, feste Lösungen von nicht isomorphen Kristallsubstanzen u. a. auch eine grosse Rolle.

Der regelmässige Verlauf der Härtekurven für die Feldspate (vergl. S. 429, *graph. Schema*) sprechen dafür, dass *hauptsächlich ihre Eigenhärte* durch diese Kurven repräsentiert wird. *Es* *fällt auf, dass die (001)-Flächen aller Feldspate beinahe dieselbe Schleifhärte besitzen*, nämlich **193—234.** Nur der Natronorthoklas von Fredriksvärn, der reine Albit und der farbenschillernde Labrador aus Südrussland zeigen mehr abweichende Werte. Die Übereinstimmung in der Härte naheliegender Feldspate tritt auch in den Kurven für die (010)-Fläche und die Ebene ⊥ (001) : (010) deutlich hervor. Auch in diesen Fällen verhalten sich die farbenschillernden Feldspate und der Albit abweichend, wozu kommt, dass der Sanidin sich in diesen beiden Schleifflächen sehr weich erwiesen hat.[1] Das graphische Schema (S. 429) ergiebt aber, dass die Härte der (010)-Ebene und der Ebene ⊥ (001) : (010) durch die Zusammensetzung der Feldspate in regelmässiger Weise bedingt wird. *In der (010)-Fläche zeigen der Adular, der Mikroklin und der reine Albit die gleiche Härte. Mit Eintritt von Anorthitsubstanz in den Albitkristall sinkt seine Härte in der (010)-Fläche schnell, erreicht aber schon bei einem Gehalt ungefähr von 20 % An ihr Minimum, um dann konstant zu bleiben.* Die Plagioklase von der Zusammensetzung $Ab_{80}An_{20}$ —An scheinen daher alle in der (010)-Fläche dieselbe Härte zu haben, welche aber niedriger ist als bei den übrigen Feldspaten (mit Ausnahme des Sanidins).

Das grösste Interesse kommt den Härtevariationen der Richtung ⊥ (001) : (010) zu. Wenn von dem Sanidin abgesehen wird, so ergiebt sich, *dass von Or bis Ab die Härte sehr schnell ansteigt, bis sie hier für den reinen Albit ein Maximum* **(614)** *erreicht*, das sehr bedeutend über der Härte der meisten anderen Feldspate liegt und von dem Minimum **(193)** weit entfernt ist. Die grösste Schleifhärte des Albits ist somit dreimal grösser als die Schleifhärte des Adulars in der (001)-Fläche. Aus dem Verlauf der Härtekurve für die Plagioklase geht hervor, *dass ein geringer Gehalt an An die Härte des*

---

[1] Das abweichende Verhalten der farbenschillernden Feldspate und des Sanidins bedarf einer näheren Untersuchung, die ich wegen Mangels an Material nicht habe ausführen können.

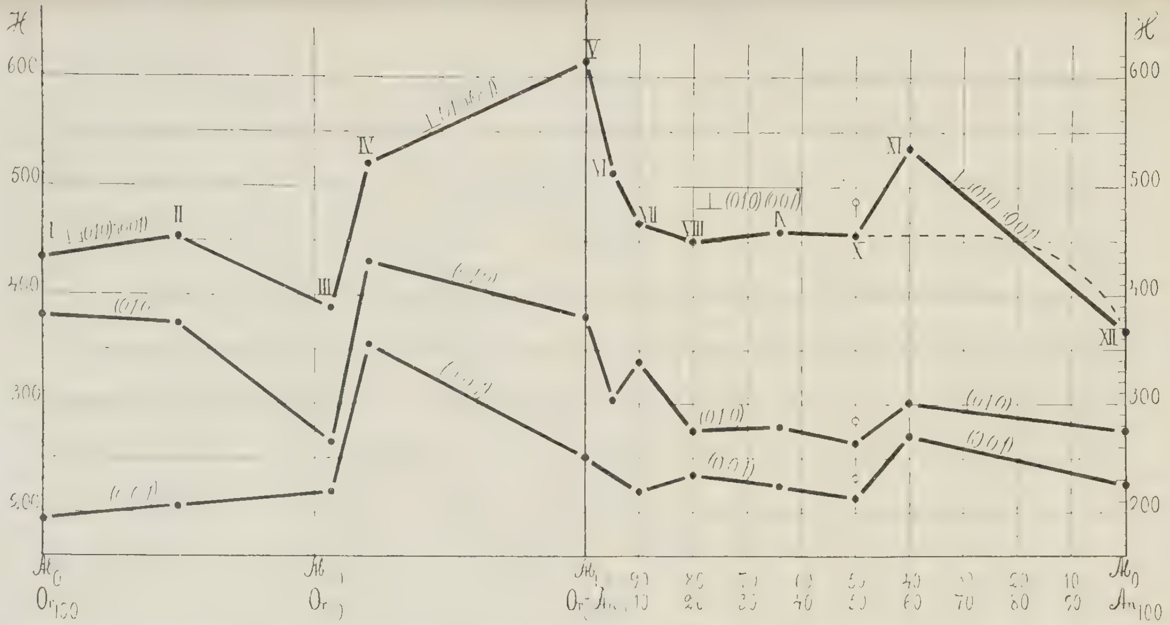


Fig. 1. Graphische Darstellung der Härtevariation bei den Feldspaten. Die in der Ordinatenrichtung abgetragenen Härtewerte beziehen sich auf den Vergleich mit Quarz, dessen Schleifhärte in der Basisebene gleich 1000 gesetzt ist. Die römischen Ziffern entsprechen den geprüften Feldspaten. Zu jeder derselben gehören drei Bestimmungen [⊥ (001):(010), auf (010) und auf (001)], die auf derselben Ordinate durch Punkte repräsentiert werden. Unter V und X sind noch einige Bestimmungen (durch Ringe) graphisch eingetragen. Über die Bedeutung derselben siehe im Text! Die gestrichelte Kurve soll die wahrscheinliche Richtung der Kurve für die Eigenhärte ⊥ (001):(010) in den Labradoren und Bytowniten angeben.

Albits sehr herabsetzt, dass aber schon bei $Ab_{80}An_{20}$ ein Minimum erreicht wird. Dasselbe bleibt konstant für alle Plagioklase von der Zusammensetzung $Ab_{80}An_{20}$ wenigstens bis zu $Ab_{50}An_{50}$. Wahrscheinlich liegt die Eigenhärte einer Mehrzahl der basischeren Plagioklase auch bei demselben Wert, *der Anorthit ist aber bedeutend weicher, so dass ein schnelles Abnehmen der Härte in der (001):(010)-Richtung für die kalkreichsten Bytownite bis zum Anorthit anzunehmen ist.*[1] In einer mittleren Strecke der Plagioklasserie ist somit die Härte von dem Mischungsverhältnis *Ab* : *An* unabhängig, an den beiden Enden der Serie aber davon sehr beeinflusst. Der bemerkenswerte Verlauf dieser Härtekurve ähnelt demjenigen einer Umwandlungs- oder Dampfdruckkurve und ist wahrscheinlich für das allgemeine Verhalten der Härte der Plagioklase charakteristisch.[2]

Im Hinblick auf diese Resultate könnten die Ideen von SCHROEDER VAN DER KOLK über einen Zusammenhang zwischen der (Atomen)-»Kompaktheit» und der Härte in der Weise entwickelt werden, dass man eine von dem atomistischen Baue abhängige verschiedene Kompaktheit und Festigkeit in ungleichwertigen Richtungen der Kristalle annähme. Dann läge es nahe zu vermuten, dass die »Kompaktheit» in der Richtung der kristallographischen *a*-Achse[3] durch die Wechselfolge der K- oder Na-Atomebenen mit den den Alkalifeldspaten gemeinsamen, der (100)-Fläche parallelgestellten, atomistischen Gitterebenen bedingt wird. In gleicher Weise mag die »Kompaktheit» in der Richtung der *c*-Achse durch die SiO_2-Gruppen, die einen so bedeutenden und wenig veränderlichen Teil des Kristallgitters der Feldspate ausmachen, bestimmt sein, während die *b*-Richtung, bei den Alkalifeldspaten wahrscheinlich atomistisch gleichartig, bei den kalkreicheren Feldspaten wegen der Substitution einer Gruppe SiO_2 durch AlO_2 beeinflusst wäre. Dies führt zu den folgenden Konstitutionsformeln für die einfachen Feldspate:

---

[1] In dem graphischen Schema durch eine gestrichelte Kurve angedeutet.

[2] In Richtungen, die zwischen den hier untersuchten liegen, muss das Verhalten natürlich weniger und in verschiedenem Grade hervortreten.

[3] Diese Achse weicht von der härtesten Richtung ⊥ (001) : (010) des Feldspats um 26° 29′ ab.

Orthoklas: $3SiO_2 \cdot AlO_2 \cdot K$
Albit: $3SiO_2 . AlO_2 . Na$
Anorthit: $\begin{pmatrix} AlO_2 \\ 2SiO_2 \end{pmatrix} . AlO_2 . Ca.$

Die Kompaktheit der kristallisierten Körper ist also als eine vektorielle (bivektorielle) Eigenschaft aufzufassen. Dass der Albit in der a-Richtung einen dichteren Kristallbau als der Orthoklas besitzt, dafür sprechen auch die Achsenverhältnisse. Dies tritt besonders hervor, wenn man statt der b-Achse die c-Achse zur Einheit wählt:

Orthoklas: $a : b : c$ 1.1856 : 1.8005 : 1.
Albit: » » » 1.1359 : 1.7931 : 1.
Anorthit: » » » 1.1538 : 1.8177 : 1.

Dass die Basisflächen der Feldspate beinahe die gleiche Härte aufweisen, lässt vermuten, dass die Kristallgitter der verschiedenen Feldspate in der c-Richtung die grösste Ähnlichkeit besitzen. Die grösste Variation kommt der a-Richtung zu, während die b-Richtung in dieser Hinsicht eine mittlere Stellung einnimmt.

Über ein Prehnitvorkommen in Helsingfors in Finnland.

Von

AARNE LAITAKARI.

Im Frühling 1913 fand ich im nordwestlichen Teile von Helsingfors einen Block, der ein mir fremdes Mineral enthielt. Als ich im Herbst desselben Jahres den Ort näher untersuchte, fand ich dort an der nördlichen Seite der Nimrodstrasse etwa 300 *m* vom Meeresufer eine Stelle, wo man beim Bauen der Strasse Steine gesprengt hatte, und von wo jener Block herstammte.

Nach einer näheren Untersuchung wurde das Mineral als Prehnit festgestellt. Früher ist dieses Mineral in Finnland nicht beobachtet worden.

Das Gestein in der weiteren Umgebung des Prehnitvorkommens ist ein Migmatitgneis des gewöhnlichen Typus der südlichen Küste Finnlands. In der nächsten Nähe des Vorkommens ist er blass gefärbt, feinkörnig und deutlich schieferig. Als Bestandteile enthält er neben Quarz beinahe ebensoviel Plagioklas wie Mikroklinperthit. Der Plagioklas ist etwas verwittert und erscheint trüb im Dünnschliff. Der Quarz zeigt eine deutlich undulierende Auslöschung. Als dunkle Bestandteile kommen nur Pennin und Epidot vor.

In diesem Gneis liegt im Streichen desselben eine etwa 20 *m* breite Partie von einem Amphibolitgestein, in welchem neben unterordnetem Quarz und Feldspat, der sehr zersetzt ist, grüne Hornblende und farbloser Diopsid als überwiegende Bestandteile vorkommen. Hier tritt der Prehnit auf folgende Weise auf.

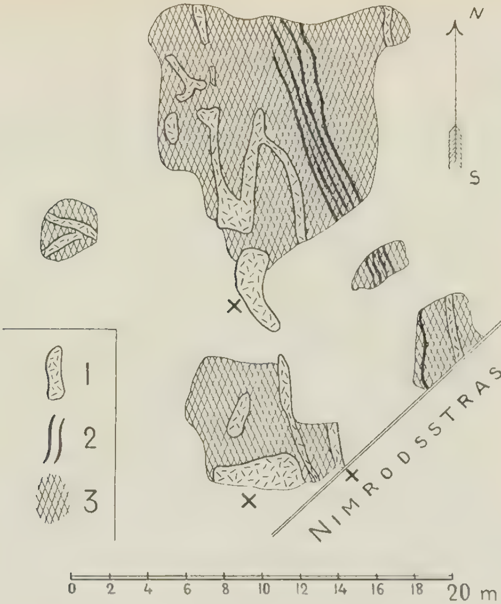


Fig. 1. Übersichtskarte des Prehnitvorkommens. 1: Quarz-Prehnitgänge. 2: Prehnitadern. 3: Amphibolit. Weiss: Erdbedeckung.

Das Amphibolitgestein ist breccienartig zerbrochen, und die scharfkantigen Fragmente desselben teils durch breite oder schmale Quarzgänge mit Prehnitsahlbändern, teils auch durch Prehnitgänge verkittet. Die grössten der Quarz-Prehnitgänge sind in der Kartenskizze (Fig. 1) ersichtlich. Gegenwärtig sind sie auf einer Strecke von etwa 25 *m* aufgeschlossen, erstreckten sich aber wenigstens ebenso weit unterhalb der Strasse, wie es beim Zersprengen des Berges für die Wasserleitung gefunden worden ist.

Um Untersuchungsmaterial in genügender Menge zu bekommen, wurde Prehnit an drei Stellen losgesprengt (in Fig. 1 mit × bezeichnet).

In den meisten Gängen, die gewöhnlich etwa 40–50 *cm*, stellenweise aber bis zu 1 *m* breit sind, bildet der Prehnit in grobkörniger, radialstrahliger Ausbildung an beiden Seiten der Gänge unmittelbar am Nebengestein 4—5 *cm* dicke Sahlbänder. Die Gangmitte füllt Quarz oder ein Gemisch von Quarz und Prehnit aus. (Fig. 2.)

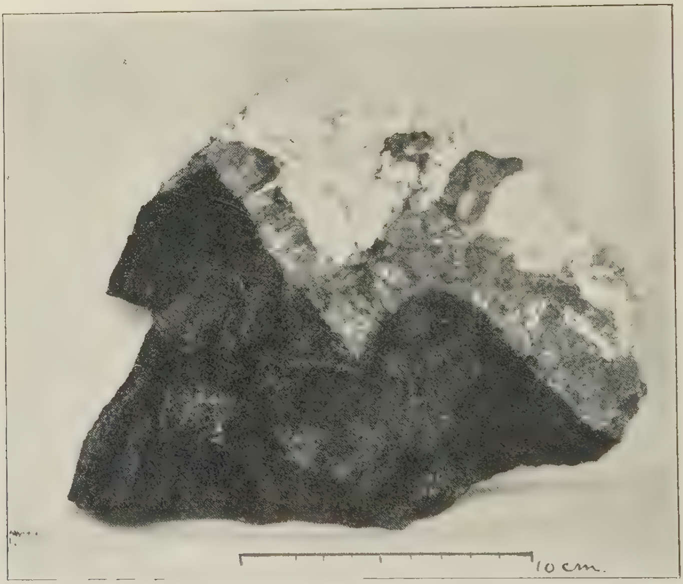


Fig. 2. Quarz-Prehnitgang mit Sahlband aus Prehnit (grau), amphibolitischem Nebengestein (schwarz) und Gangmitte aus Quarz (hell).

Die auf der Karte (Fig. 1) als ganz schmale Streifen aufgezeichneten Gänge bestehen ausschliesslich aus Prehnit. Die dickeren Gänge aber enthalten, wie oben erwähnt, Prehnit am Nebengestein und Quarz.

Obgleich der Prehnit gewöhnlich zuerst kristallisiert hat und der Quarz (an einigen Stellen auch der Calcit) von einer späteren Periode der Gangbildung herstammt, findet man jedoch oft den Quarz und den Prehnit untereinander und gleichzeitig kristallisiert. Zuweilen enthält solch ein Gemisch mehr Prehnit, zuweilen kommt der Quarz in grösserer Masse vor. Oft sieht man, wie der Prehnit idiomorphe Quarzkristalle ganz oder teilweise umhüllt. Auf dem Querschnitte solcher Blöcke sind oft kokarden- oder ringförmige Hüllen von Prehnit sichtbar. (Fig. 3)

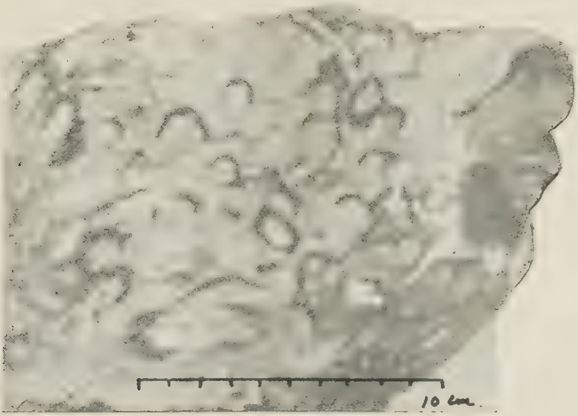


Fig. 3. Ring- und kokardenförmige Hüllen von Prehnit (grau) um Quarzkristalle (weiss).

Dieser Prehnit ist fein radialstrahlig und in seinem Habitus den Prehniten vom Fassathal und denen von Dumbarton in Schottland sehr ähnlich.

Zuweilen sieht man in grossen einheitlich auslöschenden Quarzindividuen körnige Gruppen oder auch idiomorphe Kristalle von Prehnit, wie es in der Fig. 4 ohne Hilfe des Zeichenapparates möglichst genau abgebildet ist. Die Prehnitmasse war hier auf den Pyramidenflächen des Quarzes auskristallisiert, worauf sie bei weiterem Fortwachsen des Quarzes ganz von diesem umhüllt wurde.

Gewöhnlich ist der Prehnit von Helsingfors ziemlich grob kristallinisch. Die Individuen sind meistenteils über 1 *cm* lang. Der Habitus ist strahlig-blätterig und wo der Prehnit die Gelegenheit gehabt hat auf einer Grundlage auszukristallisieren, zeigt er radialstrahlige Ausbildung. Die Farbe variiert von hellblaugrün zu blassgelbgrünlich. Der Glanz auf der Spaltungsfläche ist perlmutterartig. Die Härte ist etwas grösser als die des Feldspates.

Die Kristalle sind immer auf dem umgebenden Gestein oder auf den Bruchstücken der Breccie mit der kristallographi-

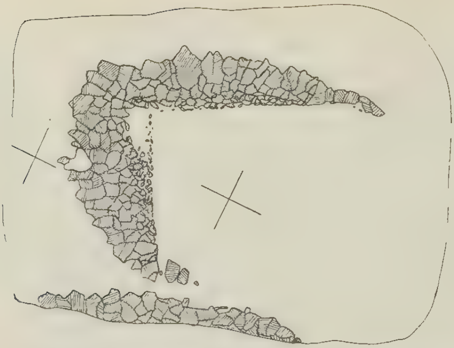


Fig. 4. Prehnit (gestrichelt) in einem einheitlichen Quarzkristall (weiss) eingewachsen. Die Kreuze geben Auslöschungsrichtungen an.

schen b-Achse senkrecht gegen die Grenzfläche aufgewachsen. Darum steht auch immer die nach (001) sehr deutliche Spaltrichtung senkrecht gegen die Grenzfläche, wobei eine tafelförmige Ausbildung parallel mit (001) deutlich hervortritt. Ganz und gar idiomorphe Individuen wurden nicht gefunden.

Kristallflächen des Prehnits kommen fast immer zum Vorschein, wenn der darauf gewachsene Quarz oder Calcit entfernt wird. Die Flächen der Kristalle sind aber so trüb, dass es sehr schwierig ist von ihnen Reflexe zu erhalten. Sie sind ausserdem sehr konvex und treppenförmig. Mit Benutzung der Signalverkleinerung stellte ich doch mit Zweikreisgoniometer (Goldschmidt) fest, dass die Form {302} (nach Dana) immer vorhanden ist. Ziemlich sicher kommt auch {221} vor. Noch einige andere Flächen sind vorhanden, konnten aber nicht bestimmt werden. Die Spaltbarkeit parallel (001) ist sehr deutlich, und die parallel (100) deutlich.

Für die quantitative Analyse war es sehr leicht reines Material zu erhalten. Weil der Prehnit mit Salzsäure vollständig aufschliessbar ist, war es nicht nötig das Sodaschmelzverfahren anzuwenden. Die sehr fein pulverisierte Substanz wurde durch vielmaliges Abdampfen in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst.

Die Analyse ergab folgendes Resultat (A):

	Theoretische Zusammensetzung	A	Die Molekylarzahlen	
SiO_2	43.7	43.91	0.7270	0.7270
Al_2O_3	24.8	26.80	0.2329	0.2388
Fe_2O_3	—	0.95	0.0059	
CaO	27.1	26.83	0.4780	0.4805
MgO	—	0.09	0.0025	
Na_2O	—	Spur	—	—
H_2O	4.4	4.31	0.2394	0.2394
	100.0	99.89	—	—

Aus dieser Analyse berechnet sich folgendes Verhältnis: $SiO_2 : (Al, Fe)_2O_3 : (Ca, Mg)O : H_2O = 3.044 : 1 : 2.012 : 1.003$, welches gut der Formel $H_2Ca_2Al_2Si_3O_{12}$ entspricht.

Das spezif. Gewicht des analysierten Prehnits, mit Thoulet'scher Lösung und Westphal'scher Wage bestimmt, ist 2.918.

Die optische Orientierung ist $a = \mathfrak{a}$; $b = \mathfrak{b}$; $c = \mathfrak{c}$. Der optische Charakter ist positiv.

An derselben Substanz, welche für die Analyse angewendet wurde, bestimmte ich die Brechungsexponenten α und β. Für diesen Zweck wurde ein Halbprisma angefertigt, dessen brechende Kante || c und eine Seite || (001) war. γ wurde aus α und β und dem unten erwähnten Achsenwinkel berechnet. Die Resultate sind unter I angegeben. Zum Vergleich führe ich unter II die von Michel-Lévy und Lacroix angegebenen[1] Werte an.

I	II
$\alpha_{Na} = 1.6157$	$\alpha_{Na} = 1.616$
$\beta_{Na} = 1.6243$	$\beta_{Na} = 1.626$
$\gamma_{Na} = 1.6454$	$\gamma_{Na} = 1.649$

Die Grösse der Doppelbrechung $(\gamma - \alpha)$ ist 0.029. Die von Michel-Lévy und Lacroix bestimmte ist 0.033. Das von mir erhaltene Resultat stimmt gut mit den in den Dünnschliffen beobachteten Interferenzfarben des Minerals überein. Allerdings sei hier bemerkt, dass das angewandte Prisma und die für die Bestimmung des Achsenwinkels angefertigte Platte nicht frei von der unten zu erwähnenden subparallelen Ausbildung waren, ein Umstand, der auf die Genauigkeit der obererwähnten Werte Einfluss hat.

---

[1] Les Minéraux des Roches. Paris 1883, p. 318.

Der Achsenwinkel wurde mit dem Achsenwinkelapparat in Monochlornaphtalin, dessen Brechungsexponent 1.639 war, gemessen.

$$2H_{Na} = 65°30'; \ 2V_{Na} = 65°52'$$

$$\rho > \upsilon$$

An vollkommen homogenen Platten von Jordansmühl in Schlesien fand Beutell[1]:

$$2V = 69° \, 22'$$

Unter dem Mikroskop zeigten sich weder die grösseren noch die kleineren untersuchten Prehnitplatten einheitlich, sondern von mehreren subparallel angeordneten Teilen aufgebaut. Die Auslöschungsrichtung der einheitlich auslöschenden Teilchen weicht von der der benachbarten Teilchen mehr oder weniger ab, bis zum 20°. Solche Gruppen von subparallelen Individuen zeigen ganz regelmässig eine schön strahlenförmige Anordnung. In einigen Fällen sieht man eine schön strahlen- oder fiederförmige Anordnung parallel mit der b-Achse. In anderen, besonders in Platten parallel (001), sieht man eine mikroklinartige Gitterlamellierung von einander kreuzenden Lamellen nach der Tracen von (110). Diese Gitterlamellen kommen oft gleichzeitig mit der strahlenförmigen Anordnung des Minerals vor. Keine Veränderungen waren in diesen verschiedenartig angebauten Teilen bei Temperaturen unterhalb 360° C zu beobachten.

Wie im Anfang schon erwähnt wurde, ist der *Quarz* der reichlichste Bestandteil der Gänge. Er ist meistens rein weiss und grobkörnig. In ihm sind Kristalldrusen mit ganz durchsichtigen, schönen, kleinen Bergkristallen sehr verbreitet. Die grossen bis 3 *cm* langen Kristalle sind Kombinationen ausschliesslich von Pyramide und Prisma. An den kleinen Kristallen sieht man auch tetartoëdrische Trapezoëderflächen.

---

[1] N. Jahrb. 1887, 1, 93.

Die an den kleinen Kristallen beobachteten Trapezoëderflächen weisen mit Bestimmtheit darauf hin, dass α-Quarz hier vorliegt. Aber auch die grösseren Kristalle ohne ersichtliche tetartoëdrische Ausbildung sind als α-Quarz auskristallisiert, wie durch Untersuchung der Ätzfiguren konstatiert wurde. Die Gänge sind also bei einer Temperatur unterhalb 575° C entstanden.[1]

In mikroskopischen Präparaten sieht man oft viele relativ grosse Flüssigkeitseinschlüsse mit Gaslibellen. In einem Quarzstücke, wo keine Kristallform beobachtet wurde, erscheint deutlich eine Zonenstruktur mit mannigfachen in einander gelegenen Schichten von verschiedener Durchsichtigkeit. Eine mikroskopische Untersuchung ergab, dass diese Erscheinung von der Anordnung der Flüssigkeitseinschlüsse, zonenweise parallel der Kristallflächen, bedingt ist.

In den Kristalldrusen kommen hier und da auf dem Quarz oder Prehnit aufgewachsene winzige Kristalle eines fremd aussehenden gelblichen oder rötlichen Minerals vor. Die Kristalle sind höchstens 1 *mm* lang; zuweilen kommt dieses Mineral in einzelnen Kristallen vor, zuweilen bildet es kleine strahlige Aggregate die sehr an Prehnit erinnernde Strukturen zeigen. In den einzelnsitzenden Kristallen sind die Kristallflächen so gut ausgebildet, dass ein paar Winkel gemessen werden konnten. Sie entsprachen ziemlich gut den Prismawinkeln der Feldspate. Spaltbarkeit wurde beobachtet. Das spezifische Gewicht der Kristalle aus zwei verschiedenen Stücken, mit THOULET'scher Lösung bestimmt, war 2.544 und 2.548.

---

[1] WRIGHT, F. E., und LARSEN, E. S. ›Quartz as a geologic thermometer.› Am. Journ. of Science, Vol. 27 (1909), S. 421.

In Chlorwasserstoffsäure ist das Mineral unlöslich. Die Härte ist etwa 6.

Genug Material zu einer quantitativen Analyse konnte nicht erhalten werden. Bei einer qualitativen Untersuchung konnten nur Aluminium und Natrium nachgewiesen werden.

Da die Eigenschaften auch auf das Lithiummineral Petalit zu passen schienen, gab es Anlass zu untersuchen, ob es lithiumhaltig wäre, aber das Resultat war negativ.

Das Mineral ist schwach doppelbrechend, und seine Lichtbrechung ist niedriger als die des Kanadabalsams. Infolge seiner Eigenschaften kann es nur *Albit* sein.

Calcit tritt hier und da als Ausfüllungsmasse der im Quarz befindlichen Drusenräume vor, zuweilen unmittelbar auf dem Prehnit. Er ist rein weiss und grobspatig. Kristalle wurden nicht angetroffen.

Bisweilen sind die Drusenräume von einer blaugrünen sich fettig anfühlenden, dem *Steatit* ähnelnden Masse ausgefüllt.

Epidot kommt ausser im Nebengestein der Gänge auch im Quarz als kleine grüngelbe, helldurchsichtige Kristalle vor.

Mineralogisch-geologisches Institut der Universität zu Helsingfors in Finnland, Mai 1914.

Chemical and petrographical studies on the ore-bearing rocks of Central Sweden

by

HJ. SJÖGREN, H. E. JOHANSSON and NAIMA SAHLBOM.

(With Plates 7—8.)

In connection with the preparatory work for the excursion C_4 of the XI international geological congress in Stockholm one of us (SJÖGREN) started a somewhat extensive chemical investigation of the ore-bearing rocks at several mines of Central Sweden. Later a collaboration with the second of the authors (JOHANSSON) was arranged; for the execution of the very important analytical part of the work we have been favoured with the skilful assistance of the third collaborator (NAIMA SAHLBOM).

The principal aim of our researches is a systematic chemical and microscopical investigation of the main types of quartz-felspar-rocks with which the more important iron ores of the ore-bearing province of Central Sweden occur connected. However, several analyses and other data will be given also of certain other types of rocks with which these ores likewise are intimately associated. For the purpose abundant collections of rock specimens have been brought together during excursions to all important districts of the ore province. The results will be published in a series of papers, the first of which is now brought out dealing with the southwesternmost district or Filipstad's Bergslag.

I. Filipstad's Bergslag.

The main geological features of this district and the situation of the ore fields which our researches embrace are represented on the map in fig. 1, which is a copy from TÖRNEBOHM's »Geologisk Öfversiktskarta öfver Mellersta Sveriges Bergslag». The central part of the district is occupied by an area of reddish salic gneiss — the »Horrsjö-gneiss». This gneiss is almost entirely surrounded by areas of ore-bearing granulitic rocks, which for a very great part seem to belong to types rich in soda. On the eastern side the granulite formation is bordered by a strip of dark hälleflintas, farther eastwards succeeded by slates of the Saxå-Grythytte forma-

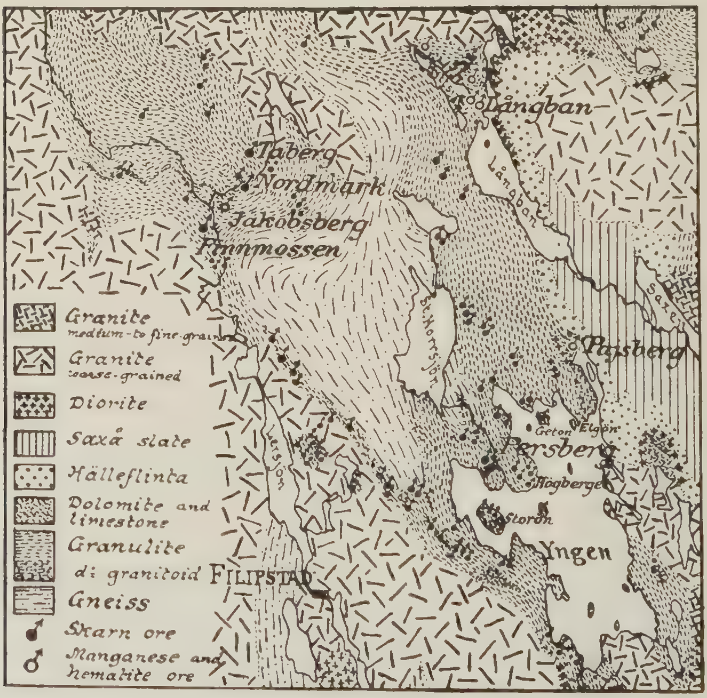


Fig. 1. Geological sketch-map of Filipstad's Bergslag.
Scale of 1: 250000.

tion; on all other sides it is cut off by younger intrusives of the Filipstad granite.

All iron ore deposits of the district are confined to the granulitic rocks. Chiefly two ore types are represented: firstly ores of decided skarn ore type and secondly manganese ores (hausmannite and braunite), partly associated with a more or less quartzeous specular hematite, of a type that is not typically developed in any other ore district in Central Sweden. Within the *Persberg ore field*, which may be taken as including all the innumerable deposits crowded over the southeastern part of the granulite area, only deposits of the skarn ore type are met with. In the northwestern part of the district including the *Taberg*, *Nordmarksberg*, *Finnmossen* and several less important mining fields ores of the same type are greatly predominating; along with the skarn ores there are, however, also a few deposits of manganese ores, as for inst. at *Jakobsberg* and *Nordmarks Kittelgrufva*. The northeastern part of the district, on the contrary, contains but few and less typical skarn ore deposits; its most important deposits are the peculiar manganese ores and hematites of the *Långban mining field:* a similar deposit is also found farther southwards at *Pajsberg*.

The Persberg ore field.

Skarn-bearing soda granulites. As appears from the map published by TÖRNEBOHM,[1] the Persberg ore field is chiefly built up of granulitic rocks interstratified with a great number of more or less continuous bands of skarn rocks, which often exhibit a very intricate serpent-like winding. These skarn-bearing granulites, so far as hitherto known, seem altogether to be decided soda-granulites, essentially composed of quartz and a plagioclase felspar very near to pure albite. At many places, especially in the environs of the main mines which are grouped together in the so called »Odalfältet», the rocks are almost purely white in colour; farther away slightly reddish as well as grayish types are more common. The granulites are for the most part rather fine-grained and often present a more or less distinctly porphyritic appearance due to the development of larger irregular crystals of quartz and plagioclase scattered in a finely granular groundmass; such phenocrystic grains may, however, in many cases be entirely lacking. Of femic constituents the granulites as a rule only contain a pale brownish or greenish mica; owing to its irregular distribution into small nests and stripes a regular foliation is seldom distinctly marked. — Three ana-

---

[1] Geognostisk beskrifning öfver Persbergets gruffält. S. G. U. Ser. C. N:o 14. 1875.

Analysis N:o 1. White soda granulite. Railway cutting N of the managers residence, Odalfältet, Persberg.

Analyst: G. Nyblom.[1]

	%	Mol.	Norm:		
SiO_2	80.28	132.91	Q	41.94	Average felspar:
TiO_2	15	19	Or	1.54	Or 3.1
Al_2O_3	11.35	11.11	Ab	50.45	Ab 94.2
Fe_2O_3	07	04	An	1.74	An 2.7
FeO	28	40	Al_2O_3	64	
MnO	01		Σ sal.	96.31	Acidity:
MgO	1.18	2.95			$\frac{Q}{Q+F} = 43.8\ \%$
CaO	35	63	$MgSiO_3$	2.96	
Na_2O	5·94	9.58	$FeSiO_3$	19	
K_2O	26	28	$FeTiO_3$	29	Quant. Classif.:
P_2O_5	tr.	—	Fe_3O_4	10	I:3:I:5
S	02	06	Apatite	—	*Westphalose*
H_2O	42		FeS_2	04	
			Σ fem.	3.58	
	100.31			99.89	

H_2O at 105° 0.03 %. Sp. g. 2.64.

---

[1] In the tables of analyses published in this series of papers the first column contains the original analysis and the second column the corresponding

lyses of these granulites have been executed two of which were already published in the guide for the Congress excursion C_4, prepared by SJÖGREN.

The analysed specimen N:o 1 is fairly typical of the rocks outcropping along the borders of that big skarn deposit, which includes the principal iron mines as well as the large limestone masses of the Odalfält. It is a whitish, very salic rock containing scattered phenocrysts of quartz and felspar, rarely exceeding one *mm* in size; the fine-grained groundmass is finely speckled with light-brownish and greenish specks, here and there aggregated into more compact brownish patches suggesting the presence of cordierite.

The phenocrysts of quartz occur quite sparingly. Under the microscope traces of bipyramidic outlines are occasionally seen (Pl. 7, fig. 1) but as a rule the crystals are quite irregular in shape sometimes breaking up into granular aggregates. High power reveals innumerable rutile-like microlithic inclusions; some curious vermicular inclusions of albite reminding of myrmekitic intergrows may also be noticed. The phenocrysts of albite are slightly more abundant; they show some tendency towards a tabular development, occasionally with penetration twinning (Pl. 7, fig. 2) just as in phenocrysts of true porphyries; their external contour, however, as is the general rule in the granulitic rocks of Central Sweden, is quite irregular, so that these »phenocrysts» at the first glance might be taken for included fragments rather than crystals grown *in situ*. They usually show but few and discontinuous twinning lamellæ or are often only simple

---

molecular ratios; the third column gives the »norm» of the rock according to the american method of calculation; in the fourth column are calculated first the composition of the »average felspar» of the rock, that is the percentic ratios of the three felspar-forming molecules, and secondly — as an expression for the acidity of the rock — the percentic ratio of the quartz-forming silica molecules to the total of quartz- and felspar-forming molecules; finally the place (class, order, rang and subrang) and name of the rock in the american quantitative system are indicated.

twins; the polarization is not uniform, but somewhat patchy. Symmetrical extinctions up to 15° have been measured; an individual cut ⊥ c and showing good P-cleavages extinguishes at about 12° in the centre and slightly more at the outer parts; hence the proportion of anorthite molecule cannot exceed the ratio $An_7 Ab_{93}$. At the utmost border of the crystals there are often irregular seams of a distinctly later growth which exhibit a most intricate structure of about that kind to which the german term »Schachbrettalbit» pertains. This structure seems to appear only in very pure albite felspars just as the evidently quite analogous »moire-microcline» structure described by Brögger and Ussing characterizes one of the purest potash felspars ever analysed.[1] Characteristic of the albitic phenocrysts is also a dusty appearance, which under high power is seen to be due to a staining with small irregular pores. Inclusions of small mica tablets are abundant. Occasional larger grains show an irregular micrographic intergrowth with quartz, a structure not uncommon in rocks of this character.

The groundmass is chiefly composed of more coarsely crystalline aggregates and networks of quartz, biotite and subordinately a »moire-structured» albite (Pl. 7, fig. 3), with interstices of extremely fine-grained masses, the individual graines of which do not as a rule attain 0.01 *mm* in size. In these interstitial masses a fine intergrowth between quartz and albite might be suspected; closer inspection, however, reveals that they are essentially intricately interpenetrating grains of a more or less distinctly moire-structured albite with only subordinate and usually well defined inclusions of quartz. The mica is a light-coloured yellowish biotite. Some larger patches of a greenish bleached and partly chloritized mica may be pseudomorphous after original cordierite, judging from their macroscopical appearance, but no fresh cordierite is present.

---

[1] N. V. Ussing, Meddelelser om Grönland XIV (1894): 12.

Analysis N:o 2. Light-reddish soda granulite. Northern Alabama shaft, Persberg. Analyst: G. NYBLOM.

	%	Mol.	Norm:		
SiO_2	78.25	129.55	Q	37.08	Average felspar:
TiO_2	19	24	Or	1.96	Or 2.9
Al_2O_3	12.27	12.01	Ab	53.76	Ab 93.9
Fe_2O_3	05	03	An	1.74	An 3.2
FeO	57	81	Al_2O_3	84	
MnO	01		Σ sal.	95.38	Acidity:
MgO	1.22	3.05			$\frac{Q}{Q+F}$ 39.2 %
CaO	35	63	$MgSiO_3$	3.06	
Na_2O	6.33	10.21	$FeSiO_3$	68	
K_2O	33	35	$FeTiO_3$	36	Quant. Classif.:
P_2O_5	tr.	—	Fe_3O_4	07	I : 3 : I : 5
S	02	06	Apatite	—	*Westphalose*
H_2O	60		FeS_2	04	
			Σ fem.	4.21	
	100.19			99.59	

H_2O at 105° 0.08 %. Sp. g. 2.64.

This rock, although almost exactly agreeing with the preceding in chemical composition, is of a considerably different aspect and structure. Macroscopically only some irregularly distributed dark greenish stripes of micaceous matter are discernible in the uniform, pale reddish, dense-looking rock mass. Under the microscope the latter dissolves into an even-grained granulitic mixture of quartz and albite with the average size of the quartz grains amounting to 0.03 à 0.05 *mm.* The albite grains show indistinct twinning. A few larger grains of albite and quartz rarely exceeding 0.1 à 0.2 *mm* in size may be observed but otherwise porphyritic structure is practically absent. The biotite is always more or less bleached and chloritized under development of abundant small crystals of anatase- and brookite-like aspect which also occur independently spread through the whole rock mass.

Analysis N:o 3. White soda granulite. Southern side of Högberget, Persberg. Analyst: NAIMA SAHLBOM.

	%	Mol.	Norm:			
SiO_2	79.85	132.20	Q	41.64	Average felspar:	
TiO_2	22	28	Or	1.78	Or	3.2
Al_2O_3	12.09	11.83	Ab.	50.71	Ab	95.3
Fe_2O_3	11	07	An.	82	An.	1.5
FeO	14	21	Al_2O_3	1.63		
MnO	01		Σ sal.	96.58	Acidity:	
MgO	1.20	3.00			$\frac{Q}{Q+F}$	43.8
CaO	23	41	$MgSiO_3$	3.01		
Na_2O	5.97	9.62	$FeTiO_3$	32		
K_2O	30	32	Fe_2O_3	11	Quant. Classif.:	
P_2O_5	05	(12)	TiO_2	05	I : 3 : I : 5	
H_2O	40		Apatite	12	*Westphalose*	
			Σ fem.	3.61		
	100.57			100.19		

A sugar-like almost snow-white rock with irregular branching nests of micaceous matter drawn out in the direction of foliation. The microscopical structure (Pl. 7, fig. 4) perfectly agrees with that of the preceding type. The colour of the mica is extremely feeble. Small prisms of a very feebly coloured tourmaline are frequently present in the micaceous portions. Rounded as well as prismatic grains of a TiO_2-mineral, chiefly rutile, are fairly abundant. No apatite accounts for the P_2O_5 of the analysis but abundant small rounded grains of a somewhat zircon-like character may be of some other kind of phosphatic mineral.

The close agreement between the published analyses of these otherwise somewhat diverging varieties from different localities points to a remarkably good chemical constancy of the Persberg granulites. Their most conspicuous chemical feature is the extremely sodic character, which in combination with the rather high acidity places the rocks in the extreme westphalose subrang of the american quantitative classification. Another feature of interest is the high percentage of magnesia as compared with the very feeble amount of iron. This relation manifests itself in the almost phlogopitic character of the mica constituent; in regard of the very low potash content of the rocks it may also be concluded that this mica must contain a notable amount of soda. — The extremely sodic character of the Persberg granulites is also illustrated in two older analyses long ago executed by the well known swedish chemist SVANBERG, which may be quoted here for the sake of completeness[1]:

	I.	II.
SiO_2	77.93	74.95
Al_2O_3	13.19	11.73
Fe_2O_3	59	1.60
MgO	22	1.32
CaO	1.22	50
Na_2O	5.93	6.49
K_2O	08	35
Ign.	26	21
	99.42	97.15

I. Light reddish »hälleflinta», Persberg; II. Slightly more dark-coloured variety, ibdm.

In this connection some brief petrographical notices may be given also of certain other types of rocks which are characteristic for the Persberg ore field.

Skarn-banded soda granulites. In the Persberg ore field pyroxene- and amphibole- bearing varieties of soda granulites are almost entirely confined to the immediate borders of some of the skarn deposits. In such border phases the pyroxene usually displays a marked tendency to segregate into separate more or less sharply defined bands and lumps, which in their rather capricious schlieren-like distribution and usually vere sinuous course give a very instructive reproduction on a small scale of the singularities which characterize the skarn rocks of this ore field as a whole in their geological appearance and relations to the bordering soda granulites. This is especially well illustrated in the rocks exposed at the entrance of the old Tilas' adit, on the eastern side of Högberget (fig. 2). The light-coloured component of these very variegated rocks is a pale-reddish or whitish albite granulite closely agreeing, in structure and composition, with the above described soda granulite from the Alabama shaft excepting the heterogeneous dilution with small grains of a greenish pyroxene instead of biotite; an unusually high amount of zircon is also noticeable. The more dark-coloured skarn-like portions consist of more or less compact finely granular masses of a greenish pyroxene impregnated with grains

---

[1] Förh. vid Skand. Naturf.-mötet i Stockh. 1842, p. 535.

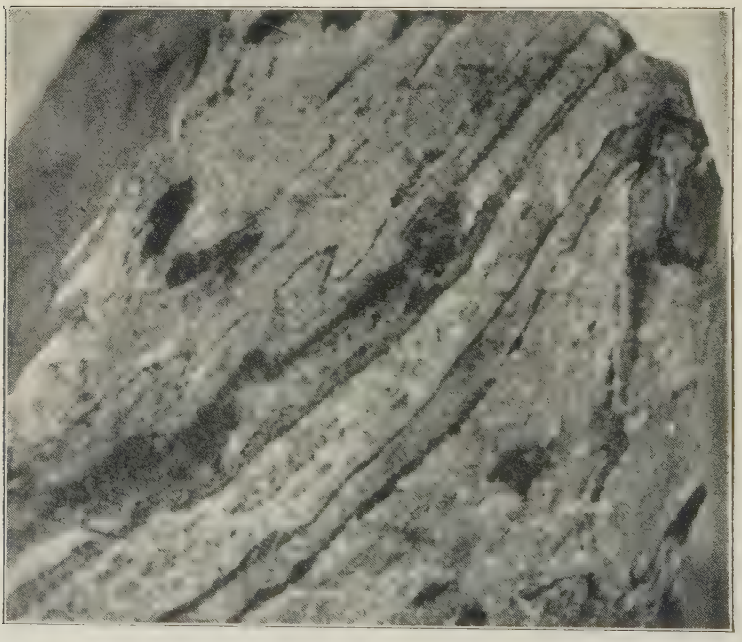


Fig. 2. Skarn-banded soda granulite from Tilas' adit, Högberget, Persberg. Nat. size.

of magnetite; the latter are often surrounded by seams of a yellow-brownish orthite-epidote, which also occurs in larger compact segregations. The pyroxene is of a rather vivid colour and marked pleochroism in greenish and yellowish tints with more deep-coloured borders; the angle c : c was measured to 49° in the centre of a grain and seems to increase in the border seams. The rather vivid greenish colour, the high extinction angle and a marked dispersion of the bisectrices probably indicate a not inconsiderable proportion of a soda pyroxene molecule in the pyroxene of these border rocks which, so far as known is not indicated in the pyroxene of the more compact skarn deposits. — At other places as for inst. along the northern side of the Krangrufve layer very fine-grained whitish green transition rocks are met with, which consist of a more homogeneous intermixture of a feebly coloured pyroxene with albite and a small quantity of quartz.

Cordicrite-bearing soda granulites. A mineral which is of very wide-spread occurrence in the Persberg soda granulites is *cordierite.* This mineral, however, does not occur as a uniformly distributed constituent but usually appears in the shape of rounded nodules and patches of brownish or greenish colour and greasy lustre. At some places, as for inst. on the western side of Bertilsviken, there is a tendency to interbanding between light-coloured layers of typical soda granulite and more dark-coloured layers rich in cordierite. The cordierite is drawn out in fine light-brownish stripes in the direction of foliation. It is perfectly fresh with marked yellowish pleochroism; it usually appears in poikilitic intergrowth with some quartz, forming larger elongated individuals, which show an approximately uniform orientation in the different stripes. Between the stripes of cordierite are whitish stripes of soda granulite as well as grayish stripes essentially containing quartz and a yellowish biotite; with the latter are associated some flakes of muscovite, a mineral otherwise very rarely met with in the Persberg rocks.

Cordierite-gedrite-rocks. At several places in the ore field but most abundantly at the old silver and copper mines on the northern side of Getön a peculiar type of rock is met with, which is essentially composed of flinty-looking cordierite crowded with radiated groups, usually about one cm in diametre, of a brown-grayish fibrous gedrite. The gedrite is of a pale coloured and feebly pleochroic, optically positive variety, probably of a moderate FeO-percentage. The cordierite is in the usual spongy intergrowth with a variable amount of quartz. Through interstitial granular masses of albite and quartz transitions to cordierite-bearing soda granulites are performed. The chemical composition of the rock from Getön is shown in analysis n:o 4. For comparison an analysis of a related rock from Flogberget in southern Dalecarlia is also reproduced.[1] Chemically the two rocks chiefly differ in the relative proportions of MgO and FeO (MgO: (MgO + FeO) = resp. 64 and 43 %). The mineral composition of the Getö rock

	Analysis N:o 4. Quartz- cordierite-gedrite-rock. Northern side of Getön, Persberg. Analyst: NAIMA SAHLBOM.	*Quartz-gedrite-rock. Flogberget, Dalecarlia.* Analyst: R. MAUZELIUS
SiO_2	70.24	67.18
TiO_2	15	10
Al_2O_3	9.72	10.09
Fe_2O_3	83	1.87
FeO	8.98	11.96
MnO	04	15
MgO	8·97	5.11
CaO	00	50
Na_2O	12	1.47
K_2O	13	65
P_2O_5	01	01
S	—	01
H_2O	1.23	80
	100.42	99.90

---

[1] H. E. JOHANSSON. The Flogberget iron mines. Geol. För. Förh. Bd. 32 (1910) : 414.

may be calculated at about 20 % cordierite, 40 % gedrite and 40 % quartz, while in the more ferrous Flogberg rock the cordierite is entirely replaced by the two other minerals.

With respect to chemical composition as well as geological relations these interesting cordierite-gedrite rocks may be regarded as a special quartzy type of skarn rocks; in fact such rocks have been recognized by us in all more important skarn ore districts as well as at several sulphide ore deposits of Central Sweden.

Cummingtonite skarn. Among the skarn masses of the Persberg ore field TÖRNEBOHM has distinguished between two mineralogical types, viz pyroxene skarn, partly rich in garnet (andradite), and amphibole skarn, always without admixed garnet. According to him the two types of skarn occur well separated from each other in a number of layers which were regarded as marking certain definite horizons in the stratified rock series of the ore field. While the garnet-bearing pyroxene skarn has attracted much interest, especially because of its mineralogical analogies with such lime-silicate masses usually rich in andradite which occur replacing limestone at many iron ore deposits of true contact ore districts, little attention has been bestowed on the amphibole skarn of Persberg. In this respect, however, the latter type of skarn also seems worth of some interest, as it is a fact that this amphibole skarn consists in part entirely of amphiboles free from lime, of the variety known as *cummingtonite* or *amphibole-anthophyllite.*

This type of amphibole skarn, which seems to be of rather frequent occurrence also in other skarn ore districts of Central Sweden, is macroscopically recognized by means of its characteristic greasy lustre and brown-grayish tint, which evidently is not developed in any true actinolite skarn; besides it has a more marked tendency to a long-fibrous development. It seems readily subjected to hydration and in many places is found only in a more or less advanced stage of alteration into talc. Not improbably a good deal of the talc skarn found at several mines at Persberg may be traced back to original cummingtonite skarn. For testing the macroscopical diagnosis a fresh specimen of cummingtonite skarn has been analysed:

Analysis N:o 5. Cummingtonite skarn. SW of Storgrufvan, Odalfältet, Persberg. Analyst: NAIMA SAHLBOM.

SiO_2	50.99
TiO_2	02
Al_2O_3	3.78
Fe_2O_3	85
FeO	21.70
MnO	18
MgO	18.61
CaO	00
Na_2O	24
K_2O	31
P_2O_5	02
S	03
H_2O	2.77
	99.55

The analysed specimen is taken from an outcrop on the southwestern side of the open cut of Storgrufvan. It is a very dense, heavy rock with scarcely perceptible fibrous fracture and the usual brown-grayish colour. Under the microscope it resolves into a fine felt of apparently colourless amphibole needles with no high birefringence and an extinction c:c amounting to about 19°. Notwithstanding the considerable amount of water shown in the analysis no talc can be seen. — Chemically this type of skarn is evidently most nearly related to the cordierite-gedrite rocks previously described and in fact usually appears in association with cordierite-bearing rocks. On the other hand a derivation from original limestone or dolomite can scarcely be assumed in the case of this kind of skarn rocks.

»Granitoid» soda granulites. Along the eastern border of the area occupied by the skarn- and ore-bearing, fine-grained soda granulites another type of soda rocks are met with which were distinguished by TÖRNEBOHM under the name of »granular eurites» and later also as »granitic porphyroids». These rocks may be characterized merely as highly porphyritic phases of the Persberg soda granulites, in which the porphyritic crystals of albite and quartz have developed in very great abundance so as to become more or less predominating over the granulitic groundmass. Hence the rocks present a more coarse-grained gneissose or sometimes almost granitic appearance.

The most massive granite-looking varieties are met with in the islands Storön and Elgön in lake Yngen. A specimen of the rock from Elgön is speckled with fine-grained reddish and more coarsely granular grayish patches; in addition also some irregularly distributed femic patches chiefly containing a fibrous amphibole may be discriminated. Under the microscope the grayish patches are seen to consist of thickly aggregated crystals of albite and quartz with subordinate interstices of a granular albite-quartz-mass crowded with clusters of fibrous amphibole. The quartz grains when surrounded by groundmass frequently show good idiomorphic outlines although often distorted under development of strain shadows. The albite crystals are quantitatively predominating and reach a size of 2—3 *mm.* Symmetrical extinctions of up to 15° and extinctions c of 17°—18° point to a molecular ratio of about An_6 Ab_{94} with only slight indications of any zonal structure. »Moire» structure is not developed. Abundant small rounded inclusions of quartz are invariably present. Occasional crystals exhibit a beautiful micrographic intergrowth with quartz (Pl. 7, fig. 5—6). The reddish fine-grained portions of the rock chiefly consist of granulitic aggregates of albite and quartz, the latter always subordinate in quantity and sometimes almost lacking; phenocrysts are only sparingly or not at all developed in these portions. The amphibole is of a faintly coloured actinolitic variety ($\mathfrak{a}$ yellowish $\mathfrak{b}$ greenish, $\mathfrak{c}$ pale-bluish) with a fine parting ∥ 001; in other specimens of the rock it is replaced by radiated groups of an almost colourless (megascopically brownish) strongly polarizing variety, no doubt a cummingtonite, sometimes associated with cordierite. — An analysis of this type of granulite, which is not immediately connected with any ore deposits has not been executed, but its mineralogical composition points to a somewhat less acid phase of the same type of soda rocks as is represented in the ore-bearing granulites of the Persberg ore field.

The Nordmark ore field.

The iron ore deposits at Nordmarksberg occur in a large body of pyroxene-amphibole-skarn and associated crystalline dolomite which is surrounded by granulitic rocks. The granulite so far as can be judged from the few existing outcrops is a whitish to grayish easily crumbling soda granulite usually with marked porphyritic development. In its megascopical appearance it closely agrees with the whitish soda granulites at Persberg; its mica constituent however is mostly of a somewhat deeper colour and the brownish patches of cordierite so common in the Persberg rocks are not seen at Nordmarksberg. The close correspondency also in chemical composition is proved by the analysis n:o 6 which chiefly differs in the slightly lower acidity and the marked content of FeO.

The analysed specimen, which is taken from the underground workings, is of a somewhat darker brownish gray colour and a more compact appearance as compared with the rock in the surface outcrops but otherwise it is of the same character. It contains fairly numerous phenocrysts of bluish gray quartz up to 2 *mm* in size and less abundant but often larger ones of striated felspar (Pl. 8, fig. 8). They are

Analysis N:o 6. Grayish soda granulite from the drive »Ormen långe» at 260 m level. Nordmarksberg.

Analyst: NAIMA SAHLBOM.

	%	Mol.	Norm:		
SiO_2	76.62	126.85	Q	36.28	Average felspar:
TiO_2	15	19	Or	3·62	Or 6.2
Al_2O_3	13.20	12.92	Ab	49.69	Ab 90.6
Fe_2O_3	08	05	An	1.85	An 3.2
FeO	1.16	1.67	Al_2O_3	2.22	
MnO	04		Σ sal.	93.66	Acidity:
MgO	1.41	3.52			$\frac{Q}{Q+F}$ 39.7
CaO	49	87	$MgSiO_3$	3.54	
Na_2O	5.85	9.43	$FeSiO_3$	1.89	
K_2O	61	65	$FeTiO_3$	28	Quant. classif.:
P_2O_5	09		Fe_3O_4	12	I:3:I:5
H_2O	25		Apatite	21	*Westphalose*
				6.04	
	99.95			99.70	

embedded in a fine-grained indistinctly laminated groundmass stained with black mica stripes. Under the microscope some of the quartz crystals show fairly idiomorphic outlines although often flattened in the direction of foliation; they are thickly stained with the common hair-like inclusions. The albite crystals present the usual dusty appearance and irregular twinning and are filled up with mica tablets; symmetrical extinctions at least up to 16° and extinctions of 14° ⊥ a point to a molecular ratio about An_4 Ab_{96}. The groundmass is a fairly uniform mixtura of polyhedral grains of albite and quartz, the latter averaging 0.03 *mm* in size; occasionally there is a rough approximation towards a radiated micrographic intergrowth. In the larger albite grains of the groundmass moire twinning is well developed. The mica is a brownish not distinctly biaxial biotite. Very subordinately a rather markedly pleochroic gedrite-like amphibole is also present; it appears in long slender prisms which break up into aggregated fibres with distinctly oblique extinction. The minor constituents include rutile, a scaly iron ore and occasional larger prisms as well as abundant small rounded grains of zircon and perhaps also some zircon-like phosphate; certainly the few grains of apatite that can be detected in the slide cannot account for the whole content of P_2O_5 shown by the analysis. A few clusters of zinkblende also have been recognized in the slide.

The Finnmossen ore field.

The important skarn ore deposit at Finnmossen is accompanied by only small masses of skarn rock and in part borders directly on the surrounding granulitic rocks. At this mine outcrops are almost entirely wanting, and the following statements about the ore-bearing rocks are based chiefly upon a study of the material brought up into the dumps from the various underground workings. The rocks here observed are of a general gray or whitish gray colour and for the most part of a distinctly coarser appearance as compared with the granulites at Persberg and Nordmarksberg; porphyritic development seems to be lacking. As to their mineralogical and chemical constitution chiefly two types of granulites seem to be represented which, however, are not always easily distinguished only by their megascopic characters. One is a decided soda granulite entirely devoid of any potash felspar but partly rich in a black mica and more or less gneissose in appearance. The other is more intermediate in character and contains soda plagioclase and microcline felspar associated in about equal proportions or even with the latter distinctly predominating. According to personal communication from Mr O. Bäckström of Uppsala, who has recently undertaken an underground investigation of the mine, only rocks of the first type are observed close to the ore, while microcline-bearing rocks are met with at some distance in the foot-wall.

Analysis N:o 7. Gray soda granulite rich in biotite. Dump[1] *at Finnmossen, parish of Nordmark.* Analyst: NAIMA SAHLBOM.

	%	Mol.	Norm:			
SiO_2	76.83	127.20	Q	40.36	Average felspar:	
TiO_2	16	20	Or	11.39	Or	22.5
Al_2O_3	12.78	12·51	Ab	36.60	Ab	76.9
Fe_2O_3	35	22	An	30	An	0.6
FeO	1.22	1.78	Al_2O_3	3.48		
MnO	06		Σ sal.	92.13	Acidity:	
MgO	1·95	4.87			$\frac{Q}{Q+F}$	45.5
CaO	06	11	$MgSiO_3$	4.89		
Na_2O	4.31	6.95	$FeSiO_3$	1.80		
K_2O	1.92	2.04	$FeTiO_3$	30	Quant. classif.:	
P_2O_5	tr.		Fe_3O_4	51	I : 3 : I : 4	
H_2O	42		Apatite	tr.	*Taurose*	
			Σ fem.	7.50		
	100.06			99.63		

The analysed rock presents a whitish granulitic groundmass thickly lined with elongated narrow stripes of black mica which mineral also occurs concentrated into occasional broader lenticular segregations of a more coarsely tabular development. No porphyritical grains of quartz and felspar can be detected. The whitish groundmass of the rock contains a granular mixture of quartz and albitic plagioclase crowded with abundant small nests of muscovite. The quartz is in grains of a somewhat variable size the average of which may be estimated at 0.1 *mm*; this coarseness of grains as well as other microscopical features characterizes the rock as a petrographic transition phase between the typical granulites and the more decidedly gneissose members of the ore-bearing formation. The plagioclase shows regular twinning, often with rather fine lamellæ. The measured extinction angles — about 16° max. ⊥ 010 and 14° ⊥ α — would seem to point to a member slightly richer in the An-molecule than is consistent with the extremely small percentage af CaO shown by the analysis; the same extinctions, however, may also be found in a more purely albitic felspar containing a certain proportion of the Or-molecule. Certainly the deep-brownish biotite of the rock, however abundant, and the subordinately associated muscovite cannot account for the whole potash content of the analysis and there are no indications of any second kind of felspar. The minor constituents are abundant zircon, some rutile and occasional grains of a carbonate; neither iron ores nor apatite can be detected.

---

[1] Mr. BÄCKSTRÖM who has examined the specimen analysed states that it is probably derived from the crosscut at 238 *m* level driven in towards the ore belt from the inclined shaft in the foot-wall.

Analysis N:o 8. Light-grayish intermediate granulite. Dump at Finnmossen, parish of Nordmark. Analyst: NAIMA SAHLBOM.

	%	Mol.	Norm:		
SiO_2	73.69	122·00	Q	28.30	Average felspar:
TiO_2	36	45	Or	31.14	Or . . . . 46·9
Al_2O_3	13.57	13.28	Ab	31.85	Ab 51.0
Fe_2O_3	42	26	An	1.40	An 2.1
FeO	62	89	Al_2O_3	1.18	
MnO	02		Σ sal.	93.87	Acidity:
MgO	1.70	4.25			$\frac{Q}{Q+F}$ 30.5
CaO	36	64	$MgSiO_3$	4.27	
Na_2O	3.75	6.05	$FeSiO_3$	23	
K_2O	5.25	5.57	$FeTiO_3$	68	Quant. classif.:
P_2O_5	06	14	Fe_3O_4	61	I:4:I:3
H_2O	32		Ap	14	*Liparose*
			Σ fem.	5.93	
	100.12			99 80	

The external appearance of this fairly uniform even-grained light-grayish rock would suggest a common soda granulite. At microscopical examination it resolves into a mixture of quartz, perthitic microcline, albitic plagioclase and chestnut-coloured mica. The size of the quartz grains is between 0.05 and 0.12 *mm* with occasional vein-like segregations chiefly containing a more coarsely granular quartz crowded with small inclusions of microcline. The microcline felspar is in distinct excess over the plagioclase. It has a very fine cross-hair-twinning with rolling extinction and includes not abundant although fairly broad perthitic lamellæ; the whole appearance suggests an average proportion of the Ab-molecule of about 20 %. The plagioclase is not frequently well twinned; sections cut ⊥ α extinguish at 11°—12°; the maximal symmetrical extinction measured amounts to 16°. The biotite is of a more distinctly biaxial type than is the case in the rocks previously described and frequently includes prisms of rutile. Some flakes of muscovite are also present. Iron ore and apatite are lacking but grains of zircon or other zircon-like minerals are not rare.

So far as hitherto known, a similar intermediate sodipotassic composition is not frequently met with in the typical granulitic rocks of Central Sweden while it seems to be rather characteristic of the more coarse-grained red salic gneisses of the ore-bearing formation. It should also be noted that in most alcaline granites of a similar composition the soda felspar is almost entirely crystallized in the shape of a microperthite very rich in albite, while in the Finnmossen granulite it chiefly occurs in separate grains of albite associated with a microperthite rather poor in soda felspar.

The Taberg ore field.

At Taberg no outcrops are found in the neighbourhood of the mines. The ore deposits as represented on the official map occur ascociated with limestone and considerable skarn rock in lenticular deposits interstratified with granulitic rocks. The granulites as seen in the dumps are whitish to grayish in colour and moderately fine to rather coarse in grain; porphyritic structure is not very conspicuous, or it is usually altogether lacking. The same association between typical soda granulites and microcline-bearing rocks of an intermediate or fairly potassic character, which bas been described from Finnmossen, also exists at Taberg. Rocks of both types frequently occur interbanded with narrow branching layers of skarn containing a black amphibole as well as some pyroxene and epidote. As the granulites in their essential chemical features evidently closely correspond with those at Finnmossen, no analyses have been executed, but some brief microscopical observations of the types may be given.

Whitish amphibole-bearing soda granulites. This type of granulite consists of a saccharoid distinctly foliated mixture of quartz and albite with scattered blackish streaks and patches rich in hornblende. The mineral composition may be estimated at about 55 per cent of albite, 40 per cent of quartz and some few per cent of amphibole, titanite, zircon and calcite. The average size of the quartz grains amounts to 0.06 *mm*. The albite is not frequently twinned and then with few and broad lamellæ; symmetrical extinctions up to —16 $^1/_2$° have been measured. The amphibole for the most part is of a rather pale-coloured variety with strong birefringence. Titanite, which mineral generally seems to be entirely lacking in the usual mica-bearing granulites of this ore district, is rather abundant in the present type forming raws of rounded grains. Grains of calcite occur scattered throughout the rock.

Gray gneissose binary soda granulites. Rather coarse-grained well foliated rocks of decidedly gneissose appearance, containing scattered not very conspicuous larger lath-shaped crystals of albite as well as rounded grains of quartz. The quartz grains of the ›groundmass‹ measure about 0.15 *mm* as an average. The albite possesses excellent twinning but otherwise agrees in its optical properties with the albite of the preceding type. The micaceous laminas contain considerable muscovite associated with a greenish bleached biotite rich in the usual needles of rutile. Rutile and zircon are the only minor constituents observed.

Light grayish microcline-albite-granulites. These rocks, as also is the case at Finnmossen, appear hardly distinguishable from the associated soda granulites only by megascopical characters. The slides examined show a granulitic mixture of quartz, perthitic microcline with fine cross-hair structure and a not very regularly twinned albite. The size of the quartz grains is about 0.08 *mm.* The microcline, on the whole, appears to be in some excess over the albite. The perthitically included soda felspar is largely segregated to the periphery of the microcline grains forming broad wedge-like patches.

The extinction angles of the plagioclase — up to 17°—18° ⊥ 010 and 14°—15° ⊥ α — indicate a fairly pure albitic member. Small flakes of an olive-coloured mica occur irregularly distributed through the rock. It is accompanied by abundant grains of epidote with frequent orthitic kernels as well as by small grains of zircon, a strongly pleochroic titanite and a little fluorspar. Curiously enough the femic constituents of the rock display a marked tendency to segregate into narrow veins, which often run quite across the general foliation of the rock but otherwise make no impression of secondary formations.

The Jakobsberg ore field.

The hausmannite deposits at Jakobsberg and some adjacent mines occur in a zone of crystalline limestones interstratified with reddish granulites. The granulite is best exposed at Backgrufvan, a small mine situated some hundred meters southwards of the Jakobsberg mine. The rock is reddish gray in colour with scattered grains of opalescent quartz standing out from the comparatively coarsely crystalline groundmass. Very characteristic of the rock is the tendency of its mica to segregate into branching nests and small veins which often run quite obliquely to the general direction of foliation. The next analysis N:o 9 illustrates the decidedly potassic character of this kind of granulite.

Analysis N:o 9. Reddish potash granulite. Backgrufvan at Jakobsberg, parish of Nordmark. Analyst: NAIMA SAHLBOM.

	%	Mol.	Norm:			
SiO_2	70.82	117.25	Q	21.91	Average felspar:	
TiO_2	24	30	Or	52.14	Or	74.7
Al_2O_3	13.21	12.93	Ab	16.05	Ab	24.4
Fe_2O_3	1.04	65	An	63	An	0.9
FeO	2.08	3.04	Al_2O_3	33		
MnO	11		Σ sal.	91.06	Acidity:	
MgO	1.66	4.15			$\frac{Q}{Q+F}$	24.4
CaO	14	25	$MgSiO_3$	4.17		
Na_2O	1.89	3.04	$FeSiO_3$	2.77		
K_2O	8.79	9.33	$FeTiO_3$	46	Quant. classif.:	
P_2O_5	01	(02)	Fe_3O_4	1.51	I:4:I:2	
H_2O	43		Apatite	02	*Omeose*	
			Σ fem.	8.93		
	100.42			99.99		

Notwithstanding its comparatively low acidity this rock contains phenocrysts only of quartz, of a size between 0.25 and 1 *mm*. They frequently have fairly idiomorphic outlines and are stained with the usual hair-like inclusions. In the groundmass microcline is the predominating constituent. It is in grains of an average size of about 0,06 *mm* which show a fine cross-twinning and contain distinct, although not abundant perthitic spindles. At the junction of the individual grains of microcline small areas of a cloudy felspar which evidently is a plagioclase may be observed. A distinct lamination results from an alternation between purely felspathic stripes and others containing a granular mixture of felspar and quartz in various proportions. In addition there are some broader elongated stripes, evidently of a somewhat later grow, which consist essentially of a more coarsely crystalline quartz with subordinate small grains of microcline. The quartz of such coarse-grained segregations never contains the hair-like inclusions so characteristic for the proper phenocrysts. The abundant mica is a deeply olive-coloured biotite; in the larger nests of mica also flakes of muscovite often occur. Some more salic stripes of the rock are impregnated with small grains of hematite but otherwise the iron which it contains is entirely absorbed by the mica. Occasional rather large crystals of zircon and a few small grains of apatite may be noticed.

The Långban ore field.

Potash granulites on the southwestern side of the ore-bearing dolomite stock. The large irregular body of dolomite marble within wich the ore deposits of the Långban mining field are included borders along its southwestern side on a belt of granulitic rocks which are chemically characterized by a highly potassic composition. These granulites are light coloured, usually in reddish tints, and rather fine-grained with a more or less conspicuously porphyritic appearance due to the development of larger quartz grains. They are sometimes traversed by networks of green silicates, chiefly pyroxene; at other places veins and irregular segregations of a dark coloured quartz heavily stained with hematite grains are of frequent occurrence. Two specimens of this kind of granulite have been analysed.

The analysed rock N:o 10 contains abundant lenticular grains and elongated stripes of opalescent quartz measuring up to 2 *mm* in breadth. The reddish or reddish gray groundmass shows an indistinct very fine banding which becomes well conspicuous on weathered surface. Microscopically this rock is of interest in showing a well marked sequence of crystallization. Of the megascopic quartz grains only a few small ones present the characters of crystals of early growth. The other are merely ill-defined

Analysis N:o 10. Red potash granulite. Lappåsen, on the southeastern side of Hyttsjön, Långban.
Analyst: NAIMA SAHLBOM.

	%	Mol.	Norm:			
SiO_2	77.59	128.46	Q	41.09	Average felspar:	
TiO_2	17	21	Or	52.32	Or	94.6
Al_2O_3	11.61	11.36	Ab	2.29	Ab	4.4
Fe_2O_3	92	58	An + Ce	57	An + Ce	1.0
FeO	24	35	Al_2O_3	1.39		
MnO	01			Σ sal. 97.66	Acidity:	
MgO	50	1.25			$\frac{Q}{Q+F}$	42.7
CaO	10	20	$MgSiO_3$	1.26		
BaO	03		$FeTiO_3$	26		
Na_2O	27	44	Fe_2O_3	92	Quant. classif.:	
K_2O	8.82	9.36	TiO_2	03	I:3:I:1	
P_2O_5	tr.	—	FeS_2	21	No name.	
S	11	34	Apatite	tr.		
H_2O	11			Σ fem. 2.68		
	100.48			100.34		

coarsely crystalline segregations in the groundmass, which make the impression of latest products of crystallization, just as the quartz masses in the centre of a zoned pegmatite dike (Pl. 8, fig. 11). No phenocrysts of felspar are observeable; they are substituted by abundant areas of somewhat coarsely crystalline aggregates of microcline. Most grains of microcline are twinned only after the albite law with few and broad, wedge-like lamellæ; not a trace of perthitic inclusions can be detected. The stripes of groundmass which are grown immediately upon the phenocrysts of quartz and phenocrystic aggregates of microcline, consist of a very finely granular mixture of microcline and quartz, the grains of the latter often falling below 0.01 *mm*; outwards from these centres the groundmass rapidly grows more coarse-grained and finally grades into the above mentioned coarsely granular segregations. Of other constituents the rock contains innumerable small tables of hematite, irregular flakes of a greenish biotite, rather abundant grains of zircon, traces of orthite and occasional flakes of muscovite. The megascopical finely banded appearance is partly due to the distribution of the femic constituents into narrow sheets but chiefly to a general parallel arrangement of alternating coarse-grained and fine-grained portions of groundmass.

Analysis N:o 11. Light reddish potash granulite. Railway cutting 1.5 km S of Långbanshyttan station.
Analyst: NAIMA SAHLBOM.

	%	Mol.	Norm:			
SiO_2	74.41	123.20	Q	37.44	Average felspar:	
TiO_2	16	20	Or	47.28	Or	83.9
Al_2O_3	12.61	12.34	Ab	8.06	Ab	15.2
Fe_2O_3	2.86	1.79	An	50	An	0.9
FeO	18	26	Al_2O_3	2.22		
MnO	01		Σ sal.	95.50	Acidity:	
MgO	36	90			$\frac{Q}{Q+F}$	40.1
CaO	10	18	$MgSiO_3$	90		
Na_2O	95	1.53	$FeTiO_3$	30		
K_2O	7.97	8.46	Fe_3O_4	15	Quant. classif.:	
P_2O_5	tr.	—	Fe_2O_3	2.76	I:3:I:2	
H_2O	41		Apatite	—	*Magdeburgose*	
			Σ fem.	4.11		
	100.02			99.61		

This rock looks like a cataclastically deformed phase of the preceding type, with a sericitic lustre developed on the cleavage planes. It contains a few larger crystals of quartz and also some of microcline, more or less mashed and drawn out in the direction of foliation. In the groundmass thin stripes of almost crypto-crystalline aggregates of microcline with undulous, occasionally somewhat radiating extinction alternate with other stripes consisting of a mixture of microcline and quartz of a more variable coarseness. Coarsely granular segregations of quartz with subordinate microcline, of the same character as described in the rock from Lappåsen, also occur in the present type; they show but faint indications of the mashing and rolling otherwise so strongly marked in the rock. The microcline possesses an indistinct irregular cross-twinning; notwithstanding the marked percentage of soda shown by the analysis neither perthitic inclusions nor grains of independent plagioclase can be detected. Muscovite and hematite both occur abundantly distributed in very fine stripes.

Micaceous and aluminous rocks associated with the ore-bearing dolomite. The immediate contact between the potash-granulites just described and the dolomite is not observed here. According to an observation on the shore of Hyttsjön the usual salic granulite when approaching to the contact appears to be replaced by more dark-coloured micaceous rocks poor in quartz but with irregular quartzy layers and segregations containing an altered cordierite as well as spongy patches of andalusite. Similar rocks are frequently met with in the mines intercalated in the ore-bearing dolomite. In composition they constitute a peculiar series varying from quartz-free biotite- and biotite-microcline rocks of an almost minette-like character to rather quartzose varieties usually rich in aluminous silicates. A good deal of what is called »skölar» in the mine is evidently nothing but micaceous rocks of this series in a more or less advanced stage of mechanical and chemical destruction. In fact the dolomite seems to be very intricately interpenetrated by a network of such rocks. In some cases it has been suggested from their geological mode of occurrence that they may once have been intruded into the dolomite in the fashion of true dike rocks which have later been destroyed by dynamic forces and frequently torn into pieces included by the more plastic dolomite. These »sköls» have also been found to guide the ore deposits so that the deposits generally group around the »sköls».

A series of analyses of these rocks were prepared for the Congress Guide of Sjögren and may be reproduced und discussed here together with some brief petrographical descriptions.

The biggest of these inclusions of silicate rocks in the dolomite is the »horse» of a dark, micaceous rock, which forms the footwall of the Norrbotten deposit and separates the same from the Storgrufve deposit. From the Båt-drive at 110 *m* level, which is the highest level, where it has been observed, it increases downward in size; at the Räms drive at 130 *m* level it is about 20 *m* and at the Botten drive at 150 *m* its width is more than 30 *m*. Some of the petrogaphical

Analysis N:o 12. Dark grayish andalusite- and cordierite-bearing mica-microcline-rock, Lesjöfors drive, at 150 m level, Långban. Analyst: G. Nyblom.

	%	Mol.	Norm:	
SiO_2	66.67	110.38	SiO_2	28.91
TiO_2	23	29	Or	40.99
Al_2O_3	18·01	17.62	Ab	7.14
Fe_2O_3	84	53	An	92
FeO	1·22	1.78	Al_2O_3	8.79
MnO	06		Σ sal.	86.75
MgO	3·54	8.85	$MgSiO_3$	8.89
CaO	21	38	$FeSiO_3$	1.15
Na_2O	84	1.35	$FeTiO_5$	44
K_2O	6.91	7.34	Fe_3O_4	1.22
P_2O_5	02	(05)	FeS_2	11
S	06	19	Apatite	05
H_2O	1.27		Σ fem	11.86
	99.88			98.61

H_2O at 105° 0.12 %.

variations shown in this horse are represented by the two following analyses.

The rock N:o 12 presents a dark grayish compact mass with a greenish and violet-brownish tint and a greasy lustre which at once suggests a considerable proportion of aluminous silicates. The main portion consists of a fairly coarse-grained mixture of a slightly perthitic microcline and a chestnut-coloured mica. No plagioclase can be seen but some quartz occurs intermixed in small grains and rounded inclusions. Occasional flakes and skeleton crystals of muscovite may also be noticed. This groundmass includes abundant but small areas of entirely altered cordierite as well as larger and more sharply segregated areas of a fresh andalusite which attain a size of up to 2 *mm.* The andalusite is in skeleton-like intergrowth with much quartz and usually surrounded by borders of a coarsely crystalline mixture of quartz and biotite. A few grains of orthite, zircon and rutile complete the list of constituents.

Analysis N:o 13. Micaceous contact facies of the »horse». Lesjöfors drive, at 150 m level, Långban. Analyst: G. Nyblom.

	%	Mol.	Norm:		
SiO_2	52.80	87.42	Or	39.80	Average felspar:
TiO_2	42	53	Ab	10.94	Or 68.2
Al_2O_3	17·59	17.21	An	11.58	Ab 18.4
Fe_2O_3	1.46	91	Al_2O_3	3.94	An 18.4
FeO	2.27	3.15	Σ sal.	66.26	
MaO	35	49			Quant. classif.
MgO	12.18	30.45	$(MgFe)_2SiO_4$	12.63	II : 5 : II : 2
CnO	2.39	4.27	$(MgFe)SiO_3$	15.55	*Ciminose.*
Na_2O	1.29	2.08	$FeTiO_3$	80	
K_2O	6.71	7.12	Fe_3O_4	2.12	
P_2O_5	05	(12)	FeS_2	04	
S	02	06	Apatite	12	
H_2O	2.84		Σ fem.	31.26	
	100.37			97.52	

H_2O at 105° 0.28 %.

The chemical and mineralogical composition of the rock is essentially that of a common clay hornfels. At the contact against the dolomite as well as against the ore the horse, however, aquires a more micaceous, lamprophyric character and at the 130 *m* level and, moreover, at several other places it is bounded on the E by a thick sköl of essentially micaceous composition. An analysis (N:o 13) shows the composition of this contact facies of the horse.

In its chemical composition this rock may be well compared with certain special lamprophyric phases of syenitic rocks, as for instance the durbachite and the selagite, although still high in alumina and somewhat low in CaO. Unfortunately the original material for the analysis has been lost so that no further petrographical description can be given.

Analysis N:o 14. Dark gray cordierite-bearing mica-felspar-rock. Bjelke's shaft, at 150 m level, Långban.
Analyst: G. Nyblom.

	%	Mol.	Norm:			
SiO_2	56.12	92.91	Q	3.63	Average felspar:	
TiO_2	30	38	Or	46·45	Or	67.9
Al_2O_3	20.20	19.76	Ab	15·89	Ab	24.6
Fe_2O_3	3.05	1.91	An	5.10	An	7.5
FeO	2.47	3.57	Al_2O_3	6.75		
MnO	10		Σ sal.	77·82	Acidity:	
MgO	5.61	14.03	$MgSiO_3$	14.08	$\frac{Q}{Q+F}$	5.1
CaO	1.05	1.88	$FeSiO_3$	1·67		
Na_2O	1.87	3.02	$FeTiO_3$	1.57		
K_2O	7.83	8.31	Fe_3O_4	4.42	Quant. classif.:	
P_2O_5	02	(05)	FeS_2	04	II:5:II:2	
S	02	06	Apatite	05	*Ciminose.*	
H_2O	1.35		Σ fem.	20.83		
	99.99			98.65		

H_2O at 105° 0.17 %.

Among the other »sköls» may here be mentioned only three, from which several smaller ramify. They are: *Storgrufveskölen* (Bruseortskölen), which may be traced 200 *m* and which generally has a dip to north but in some places is vertical; this sköl guides the deposits of Storgrufvan and Collegiegrufvan, which are situated above the sköl; The *Japan-sköl*, which stands vertically and has the Japan-deposit on the northern side, and the Norrbotten on the south side; The sköl of Collegiegrufvan bounds the ore-bearing field towards east; it has a dip to west and determines the pitch westward, common to all deposits in this ore field.

The two following analyses (N:o 14 and 15) are from some smaller »sköls» belonging to the system of the Storgrufvesköl.

The rock N:o 14 presents a dark greenish gray mass of a somewhat greasy lustre, in which nothing but some irregularly distributed grains of a dark coloured quartz can be megascopically distinguished. Microscopical examination reveals an intricate mixture of biotite and felspar which sweeps around irregularly distributed areas of a more or less altered cordierite usually crowded with inclusions of the other minerals. These areas frequently show the characteristic division into sector-shaped subareas due to twinning, as well as the well known yellowish pleochroic coronas around included grains of zircon. The mica is of a greenish brown not very deeply coloured — α almost colourless — but vividly polarizing variety. The predominant felspar is a microcline-perthite rather rich in perthitic inclusions suggesting an average amount of about 25—30 % Ab. A considerable amount of a cloudy not usually twinned plagioclase is also associated which frequently has myrmekitic seams developed at the borders towards the microcline. Of other constituents hematite occurs abundantly as well as a little zircon and apatite. No grains of quartz can be detected in the main portion of the rock; this mineral only occurs in the shape of occasional irregular larger grains or coarsely granular aggregates, partly of an appearance suggesting foreign inclusions or relic clastic grains but in other cases holding inclusions of the other constituents. This quartz is invariably stained with abundant fine scales of hematite and may perhaps be of a similar nature as the well known deposits of ferrugineous quartz which accompany the ore shoots of this mine.

In chemical respect the present rock may be said to unite the characters of a kind of lamprophyric rock with those of a common clay hornfels.

Analysis N:o 15. Cordierite-bearing quartz-mica rock? Smedjedrive, 150 m level, Långban. Analyst: G. Nyblom.

	%	Mol.	Norm:	
SiO_2	69.47	115.02	SiO_2	34.38
TiO_2	23	29	Or	17.62
Al_2O_3	13.67	13.38	Ab	17.58
Fe_2O_3	1.35	84	An	3.59
FeO	2.47	3.52	Al_2O_3	5.72
MnO	06		Σ sal.	78.89
MgO	5.71	14.27	$MgSiO_3$	14.33
CaO	76	1.36	$FeSiO_3$	3.03
Na_2O	2.07	3.34	$FeTiO_3$	44
K_2O	2.97	3.15	Fe_3O_4	1.96
P_2O_5	03	(07)	FeS_2	11
S	06	19	Apatite	07
H_2O	1.11			19.94
	99.96			98.83

H_2O at 105° 0.18 %.

The original material of this analysis having been lost, no statements about its petrographical characters can be given. From the chemical analysis it may be concluded that the analyzed rock represents a phase of the present rock series in which the potash felspar has almost disappeared and which approaches to certain types of quartzy cordierite-rocks known from several other mines of Central Sweden.

The next analysis is from the *Japan-sköl*, the second of the main-sköls in the Långban-mine.

Analysis N:o 16. Dark coloured mica-microcline-rock. Working Japan. Bordering the ore deposit. Analyst: G. Nyblom.

	%	Mol.	Norm:		
SiO_2	52.91	87.60	Or	59.02	
TiO_2	12	15	Ab	7.90	
Al_2O_3	23.04	22.54	An	2.07	
Fe_2O_3	1.20	75	Ne	8.23	
FeO	54	75	Al_2O_3	7.00	
MnO	19	27	Σ sal.	84.22	
MgO	6.37	15.92	Mg_2SiO_4	11.18	
CaO	78	1.40	$FeTiO_3$	23	
Na_2O	2.72	4.39	Fe_2O_3	04	
K_2O	9.95	10.56	Fe_3O_4	1.68	Quant-classif.:
P_2O_5	28	(66)	Apatite	66	II : 5 : I : 2
S	09	28	FeS_2	17	*Highwoodose.*
H_2O	1.50		Σ fem.	13.96	
	99.69			98.19	

H_2O at 105° 0.10 %.

It is a dark brownish gray hornfels-looking rock with a somewhat conchoidal fracture. Under the microscope it resolves into an uniform not very conspicuously foliated mixture of small grains of microcline and fine flakes of a very feebly coloured vividly polarizing yellowish mica with occasional purely micaceous patches. The minor constituents include abundant grains of TiO_2-minerals, chiefly rutile, and a considerable amount of apatite. The grains of microcline rarely exceed 0.03 *mm* in size. They show a rolling extinction, sometimes also distinct wedge-shaped lamellae according to the albite law, combined with very fine pericline lines. No perthitic inclusions can be detected, but there are subordinate grains of a more cloudy feldspar of higher refraction which evidently is a plagioclase. The chemical composition of the rock is rather puzzling. In its general features it shows undeniable affinities to certain types of lamprophyric rocks, but the very high percentage of alumina is strange in a rock of this nature. It is evident that the large excess of Al_2O_3 resulting at the calculation of the norm of the rock cannot be accounted for by any mica normal in constitution as to the proportions between the olivine silicate and the aluminous molecules. For this reason a control of the analysis seemed desirable; however the new determinations by NAIMA SAHLBOM, viz 21·74 % Al_2O_3 and 6.60 % MgO, are in essential accordance with the original values. Unfortunately the fine grain of the rock scarcely allows of any separation of the mica for a more exact determination of its chemical constitution.

The genetical interpretation of the rock series now described and its relations to the associated dolomite and ore deposits as well as to the surrounding potash granulites certainly constitutes one of the many difficult problems connected with the geology of the ore-bearing formation of Central Sweden. Without further entering here on this question we only wish to accentuate the analogies which doubtless exist between these Långban rocks and certain other types of rocks which are of wide-spread occurrence in this ore-bearing formation. Thus the micaceous »sköl»-rocks at Långban evidently constitute equivalents of the peculiar mica rocks known as mica skölar or mica-skarn, which are seen at almost every mine in this province only excepting those in quartz-banded hematites. And the associated members rich in aluminous silicates have their analogies in a much varied series of aluminous rocks which in many ore districts occur in a characteristic association with the various types of ores.[1]

---

[1] In a monograph on the Orijärvi ore-bearing region in Southwestern Finland (Bull. Comm. Geol. Finl. N:o 40) P. ESKOLA has recently given an important contribution to the knowledge of a series of aluminous rocks which evidently has much in common with the series of rocks here alluded to.

»*Granular*» *rocks N of Långbanshyttan.* In this connection a few notices may be bestowed also on certain peculiar rocks which occur along the railway northwards from Långbanshyttan station, on the eastern side of the main dolomite area. These rocks were in part mapped by TÖRNEBOHM in the same colour as the fine-grained granitic rocks which occur along the northeastern side of Hytt Lake, on the western side of the dolomite. One type is characterized by a quite massive aspect and the presence of very abundant small grains of quartz embedded in a white-greenish groundmass. Its megascopical appearance would suggest some porphyritic rock unusually rich in quartz phenocrysts. When examined microscopically these phenocrysts, however, prove to be entirely fragmental in shape (Pl. 8, fig. 12) with marked indications of mechanical grinding. They are surrounded by a fine-grained groundmass which in part consists of a fairly typical granulitic mixture of quartz and slightly perthitic microcline but otherwise appears to have resulted merely from a crushing of original larger grains of microcline and plagioclase. As femic constituents the rock contains a considerable amount of a pale green pyroxene and of epidote.

Another associated type of these rocks includes more dark-coloured varieties which at the first glance appear to be composed of thickly crowded fragments and rounded grains of felspar and a dark-coloured quartz and thus might be taken for clastic graywackes. The microscopical appearance, however, scarcely allows of any other interpretation but that these rocks are derived from some more coarse-grained, granitoid rocks which have suffered from a special kind of cataclastic destruction. In this process all the biotite and most of the plagioclase of the original rock have been reduced to fine aggregates, while the quartz and the microperthite have especially yielded larger somewhat oval-shaped pieces. Indications of a similar destruction have also been observed in the otherwise distinctly granitoid rocks on the northeastern side of Hytt Lake.

The Pajsberg ore field.

The Pajsberg deposits evidently constitute a southern continuation of the Långban ore formation and as to character and mode of occurrence of the ore agree in all essentials with the Långban deposits. Also in the character of the ore-bearing granulite there seems to be a close correspondency. Among the rocks which outcrop on the western side (in the footwall) of the ore-bearing dolomite at Pajsberg thus only decided potash rocks entirely destitute of any soda feldspar have been met with. One of the types observed is a light gray to reddish rock, which contains scattered large grains of quartz and has the mica distributed into an irregular network; in appearance and mineral composition it can scarcely be distinguished from the type of potash granulite which has been described and analyzed from Backgrufvan at Jakobsberg. Another associated type presents a uniform thinly laminated grayish mass without any larger grains; it is poorer in quartz and mica and essentially contains a slightly perthitic microcline intermixed with some epidote.

Concluding remarks.

All the above analyses of rocks from the Filipstad iron ore district are grouped together in the accompanying table. The nine analyses of granulites included are plotted in a triangular diagram (fig. 3) according to the proportions of the felspar-forming molecules Or:Ab:An calculated from analyses.

A glance at this table and diagram is certainly suggestive in several respects. Thus it is a fact that almost every one of the analyses in this table is *rather strange in character and extreme in composition.* If these analyses be grouped in Washington's tables, they certainly largely will contribute to fill out »subrangs» now only poorly represented.

	1	2	3	6	7	8	9	10	11	16	13	14	12	15	4	5
SiO_2	80.28	78.25	79.85	76.62	76.83	73.69	70.82	77.59	74.41	52.91	52.80	56.12	66.67	69.47	70.24	50.99
TiO_2	15	19	22	15	16	36	24	17	16	12	42	30	23	23	15	02
Al_2O_3	11.35	12.27	12.09	13.20	12.78	13.57	13.21	11.61	12.61	23.04	17.59	20.20	18.01	13.67	9.72	3.78
Fe_2O_3	07	05	11	08	35	42	1.04	92	2.86	1.20	1.46	3.05	84	1.35	83	85
FeO	28	57	14	1.16	1.22	62	2.08	24	18	54	2.27	2.47	1.22	2.47	8.98	21.70
MnO	01	01	01	04	06	02	11	01	01	19	35	10	06	06	04	18
MgO	1.18	1.22	1.20	1.41	1.95	1.70	1.66	50	36	6.37	12.18	5.61	3.54	5,71	8.97	18.61
CaO	35	35	23	49	06	36	14	[1] 13	10	78	2.39	1.05	21	76	00	00
Na_2O	5.94	6.33	5.97	5.85	4.31	3.75	1.89	27	95	2.72	1.29	1.87	84	2.07	12	24
K_2O	26	33	30	61	1·92	5.25	8.79	8.82	7.97	9.95	6.71	7.83	6.91	2.97	13	31
H_2O[2]	42	60	40	25	42	32	43	11	41	1.50	2.84	1.35	1.27	1.11	1.23	2.77
P_2O_5	tr.	tr.	05	09	tr.	06	01	tr.	tr.	28	05	02	02	03	01	02
S	02	02	—	n d.				11	—	09	02	02	06	06	—	03
	100.31	100.19	100.57	99.95	100.06	100.12	100.42	100.48	100.02	99.69	100.37	99.99	99.88	99.96	100.42	99.55
Or	2.7	3.2	3.2	6.2	22.5	46 9	74.7	94.6	83.9							
Ab	94.2	93.9	95.4	90.6	76.9	51.0	24.4	4.4	15.2							
An	3.1	2.9	1.4	3.2	0.6	2.1	0.9	1.0	0.9							

1. White soda granulite (westphalose), Odalfältet, Persberg; 2. Reddish soda granulite (westphalose), Odalfältet, Persberg; 3. White soda granulite (westphalose), Högberget, Persberg; 6. Gray soda granulite (westphalose), Nordmarksberg; 7. Gray micaceous soda granulite (taurose), Finnmossen; 8. Grayish intermediate granulite (liparose), Finnmossen; 9. Reddish potash granulite (omeose), Jakobsberg; 10. Red potash granulite (S. R. 1 of alaskase), Lappåsen, Långban; 11. Reddish potash granulite (magdeburgose), Långban; 16. Mica-microcline-rock (highwoodose), Japan, Långban; 13. Mica-rock (ciminose), Lesjöfors drive, Långban; 14. Cordierite-bearing mica-felspar-rock (ciminose), Bjelke's shaft, Långban; 12. Mica-microcline-rock with patches of andalusite and cordierite, Lesjöfors drive, Långban; 15. (probably a micaceous quartz-cordierite-rock), Smedje drive, Långban; 4. Quartz-cordierite-gedrite-rock, Getön, Persberg; 5. Cummingtonite-skarn, Odalfältet, Persberg.

---

[1] Incl. 0.03 % BaO. [2] All analyses made on samples dried at 105°.

A striking feature of all the granulites analyzed is their *very small percentage of CaO.* Certainly the iron bearing formation of this district seems to be one *practically destitute of the An-molecule* and from this point of view may really be called an alcaline formation. This feature may induce one

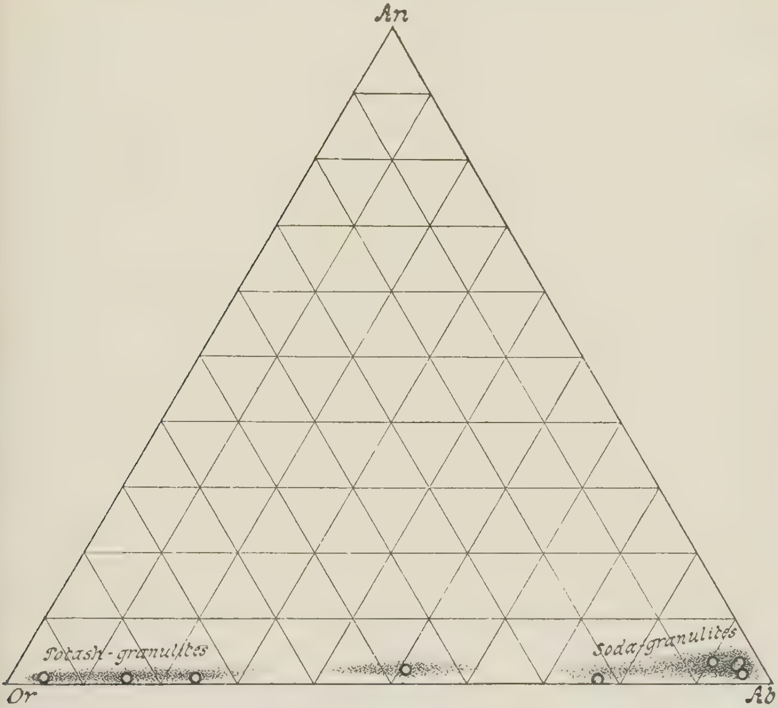


Fig. 3.

to some speculative suggestions. If we imagine a magma of this composition undergoing differentiation, then it is obvious that there must be very little chance for any part-magmas of gabbroidic or dioritic character to be formed. Would this be the true explanation of the fact that in the Filipstad district no amphibolitic rocks are seen interbanded with the granulites, while in other ore-bearing districts less extremely alcalic in character, as for instance the southern part of

Dalecarlia, such rocks occur interstratified with the granulites in almost every existing outcrop of rock? And what kind of rocks might be expected to result if the femic constituents of such a magma nevertheless should tend to differentiate?

It is a puzzling but indisputable fact that in the midst of these salic rocks, which are in themselves almost destitute of lime but at the same time are rather high in alcalies, masses of crystalline limestone and dolomite occur abruptly intercalated in great number, some of which also are of considerable dimensions. This fact is very suggestive for a broader discussion from a chemical point of view, which, however, may be reserved for a later publication.

As another interesting feature, the grouping of the granulites according to their proportions of potash and soda, should be observed. As illustrated in the diagram the analyzed rocks chiefly belong to three divisions, one very *extreme in soda*, another equally *extreme in potash* and a third more *intermediate* in character. In fact there are represented in this series of analyses in the same time some of the purest soda- as well as potash-rocks ever analysed. For a determination of the exact distribution within the district of the different types represented a detailed survey according to chemico-petrographical principles is needed; however, enough is already known to justify a general statement that rocks extreme either in soda or in potash occupy a very important part of the district.

Several years ago one of the authors pointed out that there seemed to exist a general parallelism in the iron-ore-bearing formation between the distribution of the different chemical types of granulites, that can be distinguished, and the distribution of the different types of ore[1]. Thus the typical skarn ores were stated to occur chiefly in such zones of rocks that are rich in soda, while the quartzeous ores were said to be particularly associated with granulites of a decidedly potassic character. As to the rocks associated with manganiferous ores they were said to be probably also of a potassic character, although sufficient datas for a definite statement were lacking at that time. If the distribution of the two main types of ore that are represented in the Filipstad district be considered from this point of view it cannot be denied that there is a good accordance with these general statements. Here the *close relationship between skarn ores and soda granulites is excellently manifested*, and no deposits of this type have been met with in the zones of extreme potash granulites. On the other hand it certainly is not a mere chance that *those granulites which accompany the main representatives of the type of manganese- or combined manganese- and hematite-ore*, *viz* Långban, Pajsberg and Jakobsberg, *have in all cases proved to be of an extremely potassic character*. This is a feature that we have now become acquainted with also with regard to a large number of manganiferous iron ore deposits in various other parts of the ore-bearing province.

---

[1] H. E. JOHANSSON: Till frågan om de mellansvenska järnmalmernas bildningssätt. Geol. För. Förh. Bd 29 (1907).

Without entering at this place into any broader discussion of the genesis of the iron ore deposits we only wish to express the opinion that in the present district, as well as in other ore districts of Central Sweden, all available facts, geological as well as chemical, point to a *very intimate genetical connection between the ores and the accompanying quartz-felspar rocks*. In the case of the Filipstad district there is a special reason to emphasize this general conclusion. Thus it is well known that, especially on the part of certain foreign geologists who have had no personal experience of the true conditions of our iron-bearing formation, an opposite opinion has been advanced with special regard to the Persberg deposits. According to this opinion the source of the ore, just as in true contact ore districts, should be sought for in the intrusive granites which have invaded the district. In this respect, however, we are fully convinced that no geologist who has had the opportunity of studying the conditions more closely at the place will leave this district with the slightest doubt that the granites have intruded long after the formation of the ore deposits and have no genetical connection at all with the iron ores.

Explanation of the plates 7—8.

Plate 7.

Fig. 1. Porphyritic soda granulite, Odalfältet, Persberg. 30 diameters, with analyzer. Bipyramidal phenocryst of quartz showing embayments of the surrounding fine-grained granulitic quartz-albite-groundmass. (P. 445.)

Fig. 2. The same rock, 30 diameters, with analyzer. A larger phenocryst of albite in the shape of a penetration twin is seen to border on the granulitic groundmass with quite irregular ragged outlines. This structural feature, which is so general a characteristic of porphyritic phases of the granulitic rocks, is thought to indicate a period of deformation in the process of structural development of these rocks during which an earlier generation of larger crystals have been mashed and reduced to fragments around which the fine-grained granulitic groundmass has crystallized. (P. 445.)

Fig. 3. The same rock, 150 diameters, with analyzer. A portion of the groundmass consisting of somewhat larger grains of quartz and moire-twinned albite which border on an area of very finely granular (»polysomatic») albite. (P. 446.)

Fig. 4. Even-grained soda granulite, Högberget, Persberg. 60 diameters, with analyzer. Uniform granulitic intermixture of albite and quartz. (P. 448.)

Fig. 5. »Granitoid» soda granulite, Elgön, Persberg. 22 diameters, with analyzer. At the upper margin parts of a mashed phenocryst of quartz (white) and of another phenocryst of albite (dark) are visible. Along the lower margin a portion of granulitic albite-quartz-intermixture. In the centre a regular micrographic intergrowth of quartz and albite. The interstices are chiefly filled up with needles of amphibole and clusters of iron ore. (P. 455.)

Fig. 6. »Granitoid» soda granulite (cummingtonite- and cordierite-bearing variety), Elgön, Persberg. 60 diameters, with analyzer. An occasional area of a micrographic intergrowth of quartz and moire-twinned albite. (P. 455.)

Plate 8.

Fig. 7. The same rock as in fig. 5. 10 diameters, with analyzer. In the central part a group of closely aggregated larger crystals of

quartz and albite with narrow interstices chiefly filled up by a felt of amphibole needles. Marginal areas of a fine-grained quartz-albite-intermixture. (P. 455.)

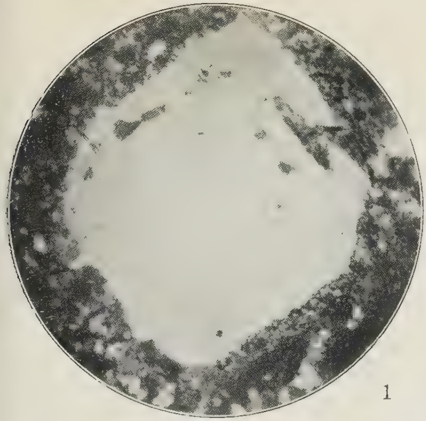
Fig. 8. Porphyritic soda granulite, Nordmarksberg. 9 diameters, with analyzer. Irregularly distributed fragment-looking phenocrysts of quartz and albite embedded in a fine-grained groundmass of the same minerals. (P. 456.)

Fig. 9. Gneissose soda granulite, Taberg. 30 diameters, with analyzer. A more coarsely and unevenly granular intermixture of quartz and albite, the latter with regular and fine twinning lamellæ. (P. 462.)

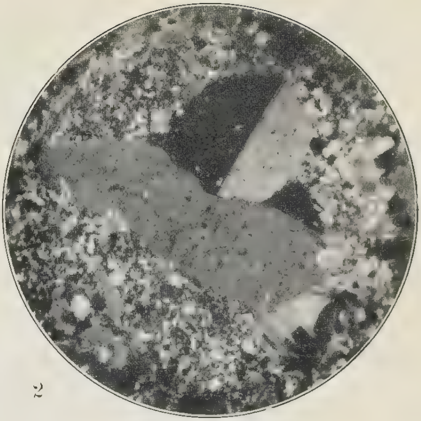
Fig. 10. Potash granulite, Backgrufvan, Jakobsberg. 8 diameters, without analyzer. Illustrates the network-like distribution of the deep-coloured mica in the predominating granulitic quartz-microcline-mass. To the right an occasional phenocrystic individual of quartz. (P. 463.)

Fig. 11. Potash granulite, Lappåsen, Långban. 50 diameters, without analyzer. Illustrates the sequence of crystallization shown by this rock. At the lower margin a small phenocryst of quartz surrounded by areas of a partly very fine intermixture of quartz and microcline which further outwards passes into areas of more coarsely crystalline microcline almost free from quartz. From the latter areas rod-shaped crystals of microcline are seen to project into a central broader area of coarsely crystalline quartz stained with small inclusions of microcline. This quartz evidently constitutes the latest product of the crystallization process of the rock. The whole rock is stained with black grains of iron ore, chiefly hematite. (P. 466.)

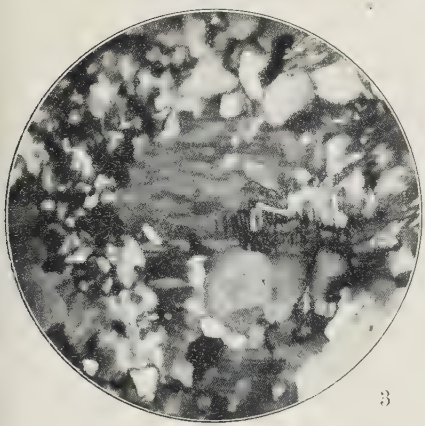
Fig. 12. Quartz-porphyritic rock, N of Långbanshyttan. 10 diameters, with analyzer. Illustrates the strikingly fragmental character of the very abundant phenocryst-looking quartz grains of the rock. (P. 476.)



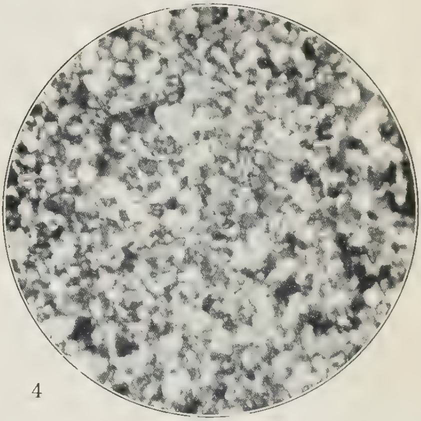
1



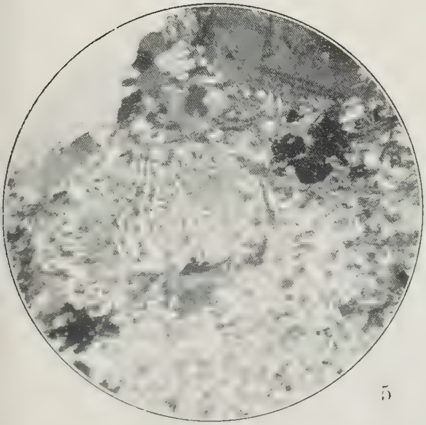
2



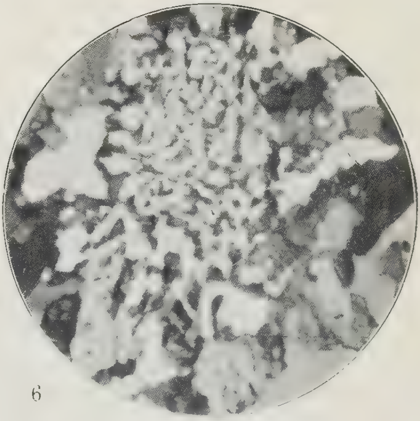
3



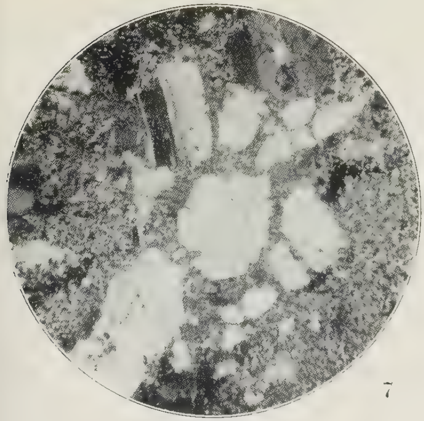
4

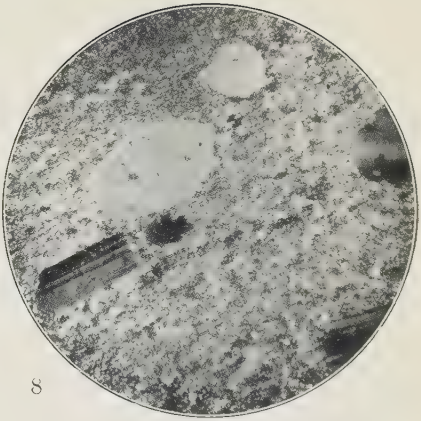


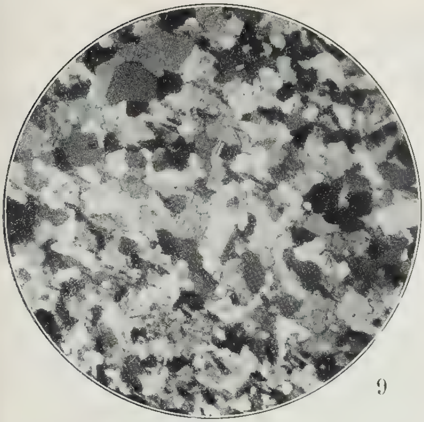
5

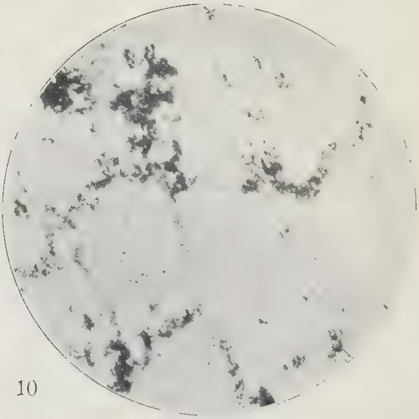


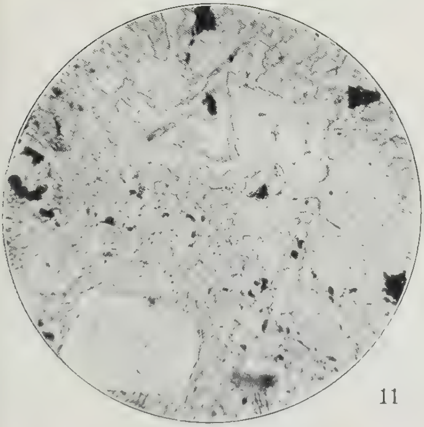
6

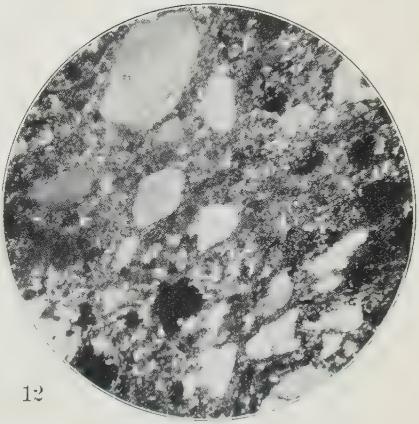

7


8


9


10


11


12

Nya bidrag till kännedomen om Sveriges silurcirripeder.

Af

Joh. Chr. Moberg.

I Kungl. Fysiografiska Sällskapets i Lund Handlingar[1] lämnade jag nyligen ett meddelande: »Om svenska silurcirripeder». Då tidskriften i fråga ej är så allmänt spridd bland geologerna, tillåter jag mig att här till en början antyda väsentligaste innehållet af nämnda min uppsats, hvilken jag nu är i tillfälle att i någon mån komplettera. Först bör emellertid betonas, att — då som nu — det bearbetade materialet så godt som uteslutande inskränkt sig till sådant, som varit tillgängligt i Lunds geologisk-mineralogiska institutions samlingar. Mina meddelanden afse också mest att framhålla, hurusom cirripederna inom skilda delar af vår silur äro betydligt rikare representerade, än man med ledning af den föreliggande litteraturens knapphändiga uppgifter därom skulle kunna vänta.

Hittills kände man rörande våra silurcirripeder föga mer än det, som omtalats 1892 af C. W. S. Aurivillius,[2] hvilken bearbetat Riksmuseets samlingar af gotländska cirripeder. Aurivillius beskref 2 arter af släktet *Pollicipes* och 6 af *Scalpellum*, samtliga nya. Den ena af sina nya *Pollicipes*-arter kallade han *P. validus*, men som J. Steenstrup redan 1839 användt samma namn för en helt annan (äfven hos oss anträffad), kritsystemet tillhörig, form,[1] föreslog jag för silurfossilet i fråga benämningen *P. Aurivillii* såsom nytt namn, utan att i öfrigt inlåta mig på någon diskussion af arten.

---

[1] N. F. Bd 26. 1914.

[2] Aurivillius, C. W. S.: Ueber einige ober-silurische Cirripeden aus Gotland. — Bih. till Kungl. sv. Vet.-Ak. Handl. Bd 18.

Efter att ha framhållit, att *Plumulites* Barrande och *Turrilepas* Woodward måste betraktas som två skilda släkten, båda representerade i vår silur, redogjorde jag för några dem tillhöriga hos oss förekommande former. Af släktet *Plumulites* beskrefvos två nya arter, *Pl. dalecarlicus* och *Pl. Törnquisti*, samt anfördes såsom möjligen dithörande ännu en tredje art, *Plumulites?* sp., af hvilken dock för litet material förelåg, för att den skulle kunna närmare bestämmas. — Såsom längre fram skall meddelas kan jag nu öka antalet af våra *Plumulites*-arter med ännu ett par, nämligen *Pl.* cfr *scoticus* Etheridge J:r, *Pl. rastritum* n. sp och *Pl. pygmæus* n. sp.

Plumulites dalecarlicus, som först af Törnquist anträffats i Dalarnes svarta trinucleusskiffer och redan 1883[2] af honom omtalats under namn af *Turrilepas* sp., blef af mig anförd från Vikarbyn och Gulleråsen (Sanden).

Plumulites Törnquisti, en endast med mycken tvekan uppställd art, förelåg blott i två exemplar (två olika slags fjäll), båda i samma stuff af svart trinucleusskiffer, tagen af Törnquist vid Vikarbyn. Det hithörande randfjället skiljer sig visserligen tydligt från föregående arts, men dock ej så mycket, att man kan vara fullt säker på, att ej ett större material måhända kunde uppvisa sådana öfvergångar, att båda arterna måste sammanföras till *en*, hvilken i så fall finge kallas *Pl. dalecarlicus.*[3]

[1] Steenstrups *Pollicipes validus* uppföres nu under benämningen *Calantica* (*Scillælepis*) *valida* Steenstrup sp. (Se Withers, Thomas H.: Some cretaceous and tertiary Cirripedes referred to *Pollicipes.* — Ann. and Mag. Nat. Hist. Ser. 8, Vol. XIV. Aug. 1914). — Här bör måhända också anmärkas, att det af senare tidens undersökningar vill synas framgå som högst sannolikt, att intetdera af släktena *Pollicipes* eller *Scalpellum* har någon verklig representant inom den siluriska faunan.

[2] Törnquist, S. L.: Öfversigt öfver bergbygnaden inom Siljansområdet i Dalarne etc. — S. G. U. Ser. C, n:r 57.

[3] Å en vid Örberga i Östergötland af amanuens S. Sjöberg påvisad ny fyndort för den svarta trinucleusskiffern har jag under sommarens lopp an-

Den såsom *Plumulites?* sp. anförda arten härrör från colonusskiffern i Röddinge lerberg (Skåne) och föreligger endast i ett exemplar.

Af släktet *Turrilepas* Woodward anfördes dels *T. Wrightiana* L. de Koninck, omtalad från Gotland redan 1885 af G. Lindström[1] och af mig beskrifven och afbildad efter ett af Lindström själf bestämdt, Sver. Geol. Unders. tillhörigt, exemplar, dels, under benämningen *Turrilepas?* sp., ett från leptænakalken vid Gulleråsen (Dalarne) härrörande fjäll. I chasmopskalken vid Nässja i Östergötland har sedermera ännu en *Turrilepas*-art anträffats, hvilken längre fram skall beskrifvas såsom *T. oriens* n. sp.

Förutom de ofvannämnda hade en annan, synnerligen intressant, cirriped anträffats i våra silurlager. Vid Ullnäs, en af amanuens S. Sjöberg först påvisad fyndort för svart trinucleusskiffer, belägen vid stranden af Vättern c:a 7 km. N om Omberg, hade nämligen Sjöberg funnit en cirriped, som vid närmare granskning visade sig tillhöra det förut endast från N. Amerika omnämnda släktet *Lepidocoleus* Faber. Arten beskrefs af mig såsom *L. suecicus*.[2] I Östergötland hade den äfven träffats vid det förutnämnda Örberga och i Dalarne hade den påvisats vid Amtjärn, Enån, Fjecka, Gulleråsens Skräddaregård, Skatt-

---

träffat ett par randfjäll af en *Plumulites, tillhöriga en af de båda ofvannämnda arterna.* Hvilkendera, är omöjligt att afgöra, enär fossilen vid inpackningen gingo förlorade innan någon sorgfälligare granskning medhunnits. — Nyligen har amanuens Sjöberg äfven vid Ullnäs (lokalens läge omtalas längre fram) funnit några randfjäll och midtfjäll till en *Plumulites*, hvilken synes böra bestämmas som *Pl. Törnquisti.*

[1] Lindström, G.: List of the fossils of the Upper Silurian formation.

[2] Enligt benäget meddelande från F. A. Bather, som varit i tillfälle att jämföra några från mig öfversända exemplar af *Lepidocoleus suecicus* med amerikanska exemplar af *L. Jamesi* Hall et Whitefield, äro de båda arterna verkligen skilda. Den sistnämnda har bland annat starkare (»more prominent») tillväxtlinjer. Äfven a *L. suecicus* har Bather kunnat iakttaga den af Ruedemann först omtalade fina tvärskulpturen mellan tillväxtlinjerna. Af intresse är vidare, att släktet *Lepidocoleus*, enligt hvad Bather tillgängliga exemplar visade, föreligger äfven från andra europeiska länder, nämligen från England (i Wenlock-lager) och från Österrike (i Devon vid Olmütz i Mähren).

ungbyn[1] och Vikarbyn, allestädes i svart trinucleusskiffer. Å gamla etiketter i TÖRNQUISTS samlingar[2] från Dalarne kallas fossilet i fråga *Turrilepas* sp. Häraf, såväl som af en del andra omständigheter, framgår, att orsaken till att arten, oaktadt den är en af våra mest utbredda silurcirripeder, dock ej förut anförts från Sverige, är att söka däri, att fjällen i fråga antagits tillhöra *Plumulites Peachi* ETHERIDGE J:R et NICH.[3]

Såsom af ofvanstående synes, är, såvidt hittills bekant, den undre (svarta) trinucleusskiffern i Dalarne och Östergötland den på cirripeder rikaste delen af vår ordovicium. Samma skiffer är visserligen känd äfven från Västergötland, men synes där vara mindre väl utvecklad eller åtminstone mindre tillgänglig. »I den lägsta, svarta skiffern har på Kinnekulle endast funnits brachiopoder jämte spår af graptoliter; de förra utgöras af *Leptæna quinquecostata* M'COY var. LINDSTR., *Obolella? nitens* HIS. samt en obestämbar *Orthis*.»[4] Äfven i Falbygdens berg, där emellertid trinucleusskifferns undre del mera sällan har rent svart färg, visar sig denna del af lagerserien, om man frånser några få lokaler såsom Bestorp, Skogastorp och Stommen, relativt fossilfattig; några cirripeder äro i alla händelser ej därifrån omnämnda.[5]

Som bekant har det skånska trinucleusledet en alldeles säregen utbildning. Jämte en lös grå skiffer, mestadels mycket fossilfattig, här och hvar dock med något rikare (trilobitförande) skikt, träffas dels kalkstensband, ofta rika på trilobiter, dels svarta skiffrar med graptoliter. D:r EMIL OLIN, som ägnat denna del af Skånes ordovicium ett närmare studium,[1] har emellertid, då tyngdpunkten för hans undersökningar var utredning af stratigrafien, så godt som uteslutande hållit sig till de för denna viktigaste djurgrupperna, trilobiter och graptoliter, särskildt den förstnämnda. Efter mottagande af mitt ofvan refererade arbete, underrättade d:r OLIN mig om, att han, fast detta ej omnämnts i hans afhandling, i den skånska trinucleusskiffern äfven påträffat cirripeder. Vid genomgående af de af OLIN hopbragta, numera Lunds geol.-min. institution tillhöriga, fossilen visade det sig, att cirripeder förelågo från 2 lokaler vid Röstånga, af hvilka den ena tillhör öfversta delen af den stora sammanhängande profilen i Röstånga kyrkbäck (i OLINS nyss anförda arbete äro hithörande skiffrar betecknade *e 3*), den andra åter är den nära kyrkbäcken belägna märgeltäkt, som TULLBERG på sin tid kallat lokal 5.[2] Från den sistnämnda fyndorten föreligger endast ett typiskt fjäll af *Lepidocoleus suecicus* MBG. Den stuff, hvari fossilet förekommer, består af en lös, grå, kalkhaltig skiffer. Märgeltäktens lager äro något rubbade, så att en viss skillnad är märkbar mellan olika delar af den där tillgängliga profilen. Som emellertid *Phacops eucentra* ANG. är anträffad såväl i profilens norra, förmodligen yngre, som i densammas sydvästra, äldre, lager, kan åldersskillnaden ej vara stor, och måste fyndorten i sin helhet få anses tillhöra gränslager mellan trinucleusskiffer och brachiopodskiffer. Anmärkningsvärdt är emellertid att OLINS fossillista för den södra delen af märgeltäkten, sålunda den del, från hvilken *Lepidocoleus* antagligen insamlats, jämte *Phacops eucentra* ANG. äfven upptar *Calymmene trinucleina* LINRS., ett fossil, som allmänt anföres från den undre svarta trinucleusskiffern, och som i Skåne hittills endast träffats å denna lokal.

---

[1] Den af mig förut omnämnda fyndorten i Skattungbyn skall enligt F. A. BATHER heta Svälasgård (ej, som jag skrifvit, Svålasgård).

[2] Professor S. L. TÖRNQUISTS geologiska samlingar, med samtliga däri varande som original använda fossil, befinna sig numera i Lunds universitets geol.-min. institutions ägo.

[3] Äldre författare ansågo namnen *Plumulites* och *Turrilepas* vara synonyma, och flertalet tillerkände det sistnämnda namnet prioritet.

[4] Citatet är hemtadt ur HOLMS afhandling »Kinnekulles berggrund». S. G. U. Ser. C, n:r 172. Stockholm 1901.

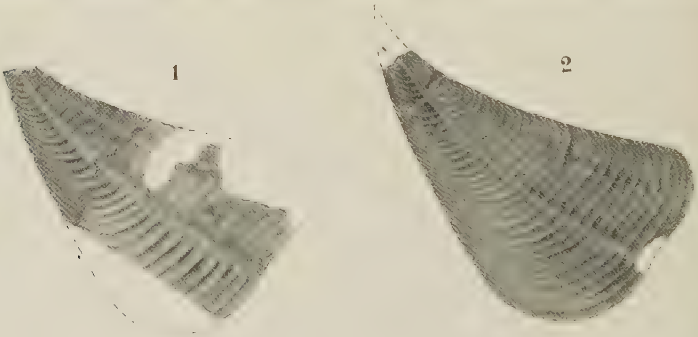
[5] Jämför MUNTHES beskrifningar till kartbladen Falköping, Sköfde och Tidaholm. S. G. U. Ser. Aa, N:r 120, 121 och 125.

---

[1] OLIN, E.: Om de chasmopskalken och trinucleusskiffern motsvarande bildningarna i Skåne. Meddel. n:r 1, Ser. B, från Lunds Geol. Fältklubb. Sep. ur Kongl. Fysiogr. Sällsk. Handl. N. F. Bd 17, n:r 3. Lund. 1906.

[2] TULLBERG, S. A.: Om lagerföljden i de kambriska och siluriska aflagringarna vid Röstånga. S. G. U. Ser. C, n:r 41. Sep. ur G. F. F. Bd 5 (1880). — I min 1910 utarbetade »Guide for the principal silurian districts of Scania etc.» betecknas i »Guide to Röstånga etc.» fyndorterna ifråga som Section III *h* och *i* respektive.

Från förstnämnda fyndorten, Röstånga kyrkbäck, finnas däremot ganska många cirripedfjäll, alla tillhörande släktet *Plumulites*, bevarade i en svartgrå lerskiffer. Enligt Olin skola de ifrågavarande lagren tillhöra trinucleusskifferns öfversta del eller staurocephalusskiffern. De allmännast förekommande fjällen tillhöra *Pl. dalecarlicus* Mbg. Af denna art föreligga såväl randfjäll som midtfjäll. Jämte dessa träffades emellertid ett par relativt stora randfjäll, som troligen tillhöra *Pl. scoticus* Etheridge J:r, hvilken art i Skottland anträffats



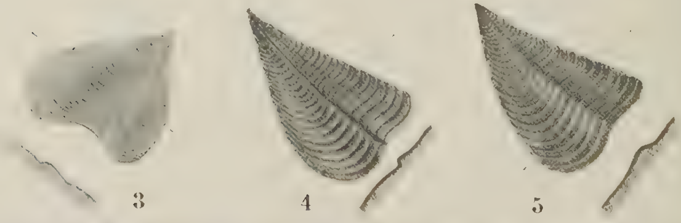


Fig. 1 och 2. Randfjäll till **Plumulites** cfr **scoticus** Etheridge J:r. *Röstånga kyrkbäck.* $^3/_1$.

Fig. 1. Skalet i apicala delen i behåll (den främre längsgående linjen är upphöjd).

Fig. 2. Aftryck (af yttersidan). Den främre längsgående linjen bildar en fåra.

Fig. 3—5. Fjäll af **Plumulites dalecarlicus** Mbg. *Dalarne.* $^5/_1$. *Kopior från min uppsats »Om svenska silurcirripeder», tafl. II, fig. 12 a, 14 och 17 resp.*

Fig. 3. Ett midtfjäll med tvärprofil, här kopieradt för visande af tvärprofilen, som genom tryckeriets förbiseende uteglömts i anförda uppsats.

Fig. 4 och 5. Aftryck af resp. yttre och inre sidorna till tvenne randfjäll, här kopierade i och för jämförelse med *Pl.* cfr *scoticus.*

vid Balclatchie och Ardmillan Dow, således i lager tillhöriga öfversta delen af Lower Bala och understa delen af Middle Bala. Fjällen i fråga (se afbildningarna i omstående figur. 1 och 2) äro visserligen ej af allra bästa bevaring, men visa dock alla karaktärer fullt tydliga. Såsom utmärkande, särskildt vid jämförelse med *Plumulites dalecarlicus* Mbg, är följande att framhålla. Fjällets allmänna form visar en mera utdragen och mot främre randen starkare böjd spets. De på tvären fint strierade concentriska vecken (tillväxtzonerna) äro i allmänhet mindre svängda och gå nästan rätliniga öfver fjällets midt, d. v. s. å partiet mellan det starka mediana och det svagare (men dock väl markerade) främre längsgående vecket. Detta senare löper här betydligt närmare sidoranden, så att partiet mellan de nämnda båda längdvecken får relativt stor bredd. Dessa karaktärer återfinnas, att döma efter Cowper Reed's afbildningar,[1] hos *Pl. scoticus* Etheridge J:r. I saknad af skotskt jämförelsematerial och i betraktande däraf att hittills endast 2 exemplar anträffats af den svenska arten, är en fullkomligt säker identifiering för närvarande ej möjlig, och anser jag mig därför tills vidare böra uppföra den nya svenska arten såsom *Plumulites* cfr *scoticus* Etheridge J:r.

Såsom Olin (l. a. c.) visat, förete de skånska och böhmiska trinucleuslagren hvad trilobitfaunan beträffar en ganska långt gående öfverensstämmelse. Från de nämnda böhmiska lagren har som bekant Barrande beskrifvit flera cirripeder. Att dylika, såsom nu visats, äfven ingå i den skånska trinucleusskifferns fauna, var sålunda något, som man på förhand kunde vänta sig. Men egendomligt nog har man dock hittills ej ännu i Skånes trinucleusskiffer lyckats träffa en enda cirriped, som kunnat identifieras med någon böhmisk art. Redan i mitt förra arbete framhölls visserligen, att en ej obetydlig likhet förefinnes mellan vår *Plumulites dalecarlicus* och Bar-

---

[1] Jfr t. ex. fig. 9 å taflan till F. R. Cowper Reed's arbete: The structure of Turrilepas Peachi and its allies. — Trans. Roy. Soc. Edin. Vol. 46, Part 3.

RANDE'S *Pl. compar*, men fastslogs samtidigt, att någon identifiering dem emellan ej kunde komma i fråga.

Förekomsten äfven i Skåne af *Lepidocoleus suecicus* MBG har emellertid hos mig väckt till förnyadt lif en misstanke, att BARRANDE'S *Plumulites squamatula*[1] representerar flera skilda arter, i det att af de under den rubriken lämnade afbildningarna figurerna 22 och 24 i själfva verket föreställa två *Lepidocoleus*-arter. Det i fig. 24 afbildade fossilet (från d^5) synes mig snarast kunna identifieras med vår *Lepidocoleus suecicus*; det i fig. 22 afbildade (från e^1) har däremot de koncentriska vecken mycket mera tättstående och torde tillhöra en annan art. Hur det i fig. 23 afbildade fossilet skall tolkas, vågar jag ej afgöra. Det förefaller mig emellertid, som ofvan antydts, högst sannolikt, att man i synonymilistan till *L. suecicus* har att införa »*Plumulites squamatula* BARR. p. p.».

Från amanuensen SIGVARD SJÖBERG ha nyligen erhållits ett par fjäll af en i chasmopskalk vid Nässja (V om Vadstenaviken) anträffad *Turrilepas*, hvilken jag vill kalla *T. oriens* n. sp. (se figur 6). Fjällen ifråga, som äro väl hvälfda både i längd- och tvärriktningen, ha en enda längsgående köl, delande skalet i två subsymmetriska hälfter, som sinsemellan i stort sedt bilda en 90° föga öfverskridande vinkel. Närmare sidoranden blir dock så småningom lutningen betydligt svagare. Tvärprofilens skänklar visa sålunda hvar för sig en svagt s-formigt böjd linje. Apex är starkt nedböjd. Basen är nästan tvärskuren med yttre hörnen något litet afrundade, hvarföre också de med denna jämnlöpande fina strier, som täcka skalets yta bli obetydligt svängda. Sidoränderna bilda med hvarandra en vinkel af c:a 70°. Genom alla dessa karaktärer skiljer sig arten, hvars föreliggande fjäll ha den för midtfjällen hos *Turrilepas* egendomliga formen, väl från den gotländska *T. Wrightiana*.

Vidare har fil. stud. ORVAR ISBERG nyligen riktat vår samling af silurcirripeder med ännu ett par nya arter. Den ena af dessa, funnen i rastritesskiffern vid Kallholn (bäcken), har jag med anledning af den geologiska horisont, den tillhör, kallat *Plumulites rastritum* n. sp. (se fig. 7 och 8). Såväl midtfjäll som randfjäll föreligga i talrika exemplar. I det stora hela skilja de sig föga från den allmänna typen. Frånsedt den höga geologiska nivå denna form intager, skiljer den sig från våra närmare kända, trinucleusskiffern tillhöriga *Plumulites*-arter genom följande karaktärer. Randfjällen äro mindre sneda; den längsgående midtfåran, som är mindre skarpt afsatt, blir följaktligen nästan rak, undantagandes en lindrig böjning i själfva den något litet framåtböjda spetsen. Bakre sidoranden är, frånsedt bakre hörnets afrundning, nästan rak eller strax under apex t. o. m. något utåt konkav (se fig. 8, som visar det ifraga om fjällets konturer bäst bevarade exemplaret). Främre längdvecket är väl markeradt, beläget ungefär midt emellan främre randen och stora längdfåran. Tvärvecken äro väl utpräglade, i synnerhet å fjällets bakre parti, där de göra en betydligt kraftigare nedböjning än å våra andra arter; å främre delen löpa de däremot föga svängda. Midtfjällen, som mycket likna

---

[1] BARRANDE, J.: Systême silurien etc. Vol. I, Supplément; Pl. 20, fig. 22—24.

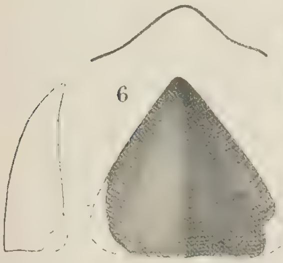
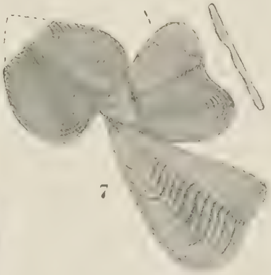


Fig. 6. Midtfjäll till Turrilepas oriens n. sp. *Chasmopskalk. Nässja i Östergötland.* $^5/_1$.

Vid sidan om figuren finnes en längdprofil, ofvan figuren en tvärprofil.



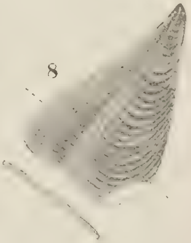


Fig. 7 och 8. Randfjäll till Plumulites rastritum n. sp. *Rastritesskiffer. Kallholn(bäcken).* $^5/_1$.

Fig. 7. En grupp af fjäll, nederst ett randfjäll, därofvan två midtfjäll, det ena med tillhörande tvärprofil.

Fig. 8. Ett randfjäll med tillhörande tvärprofil.

dem hos *Pl. dalecarlicus* Mbg, synas emellertid vara mindre sneda, eller med andra ord ha den utmed inre sidoranden liggande sektorn bredare, än hos sistnämnda art.

Den andra, likaledes i rastritesskiffern anträffade arten, tillhör emellertid enligt Isberg en högre nivå. Den har funnits i en lös, grå skiffer vid Gulleråsen (Sanden). Af arten, som jag på grund af alla de hit hörande fjällens genomgående ringa storlek kallat *Plumulites pygmæus* n. sp., föreligga flera såväl randfjäll som midtfjäll (se fig. 9—12). *Randfjällen*, ungefär 1 *mm* långa och med en maximibredd af vid pass 0·5 *mm*, äro skarpt tillspetsade, med nästan raka sidor. Genom en längsgående, nästan rak, grund fåra, eller möjligen bättre genom ett mjukt veck, afskiljes ett främre fält, knappast hälften så bredt som det å fårans andra sida befintliga bakre fältet. Partiet närmast bakom fåran lyfter sig högre än öfriga skalytan, så att däraf bildas en tydlig längsgående rundad köl. De koncentriska vecken äro fina, men väl markerade; å bakre fältet bilda de spetsig vinkel med längdfårans apicala del, främre fältet öfvertväras tämligen rätlinigt. *Midtfjällen*, relativt stora och breda, äro af den hos våra *Plumulites*-arter vanliga typen. De midtpartiet begränsande längdvecken synas dock vara mera böjda (utåt konvexa). De fina koncentriska vecken tyckas å undersidan vara svagt markerade.

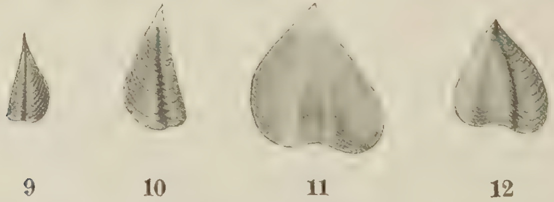


Fig. 9–12. Plumulites pygmæus n. sp. Rastritesskifferns öfre del. Dalarne Gulleråsen (Sanden). $^{1}/_{10}$.
Fig. 9 och 10. Randfjäll. Aftryck af öfre och undre sidan.
Fig. 11 och 12. Midtfjäll. Aftryck af undre och öfre sidan.

Då jag i mitt förra arbete omtalar släktet *Lepidocoleus* såsom representant för en primitiv cirripedtyp, skulle någon möjligen däraf kunna få den föreställningen, att jag helt förbisett den omständigheten, att cirripeder spårats redan i Canadas paradoxidesskiffrar. Jag anser mig därför i detta sammanhang böra erinra om G. F. MATTHEW's *Plumulites manuelensis* och *Cirropodites acadicus*,[1] hvilken sistnämnda art sedermera[2], utan att något som helst skäl därför angifves, af MATTHEW själf kallats *C. cambrensis*. Hvad det fjäll, som benämnts *Pl. manuelensis*, i själfva verket är, torde ej vara godt att afgöra; någon *Plumulites* är det i alla händelser icke. Huruvida *Cirropodites* är en cirriped, torde likaledes ännu få anses vara ganska problematiskt. Nämnas bör måhända också, att MATTHEW bland paradoxideslagrens cirripeder äfven anför *Stenotheca* SALTER, ett släkte, som annars räknas till gastropoderna.

---

[1] MATTHEW, G. F.: On the occurrence of cirripedes in the cambrian rocks of North America. Transact. N. Y. Acad. Sc. Vol. 15 (1896), p. 137—140.

[2] MATTHEW, G. F.: Faunas of the Paradoxides beds in Eastern North America. N:r 1. Ibidem, p. 192—247.

The morphology of the Arpojaure, a post-glacial lake in Torne Lappmark.

By

HANS W:SON AHLMANN.

(With Pl. 9.)

For some years past it has been known that a small lake named Arpojaure, in the northernmost part of Torne Lappmark situated in 68°51′ north latitude and 20°58′ east longitude from Greenwich, had been partially drained. Only after THORE FRIES[1]) had published his researches in the region, it became evident that the lake offered so much of interest from a geological and geographical point of view that a special examination of it was desirable. Mr. C. CARLZON and the author were then given the opportunity to undertake an expedition to the Arpojaure in the summer of 1913. — A brief account of the results of my investigations during this expedition are here given.

Summary of the quartenary geology of the district.

As often in the northernmost part of the Lappmark the neighbourhood of the Arpojaure is quite desolate with long sloping mountains, which rise 800—900 *m* above sea-level. On the Norwegian boundary the mountain ranges rise with snow-covered pointed summits and ridges. As V. TANNER[1]) has rightly remarked, it is not probable that the ice has in a degree worth mentioning deformed the principal features of the preglacial topography. As to subordinate traits, on the contrary, the inland-ice has been of great importance for the appearance of the country, for besides having carried away the preglacial débris and in this way swept off extensive areas, it has also modified the landscape by deposition of large quantities of till and ose-gravel. The neighbourhood of the Arpojaure is thus an extensive ose-complex, which, by its sterility and undeveloped fluvial system, gives the impression of having rather recently left the work-shop of the inland-ice.

---

[1]) THORE C. E. FRIES: Botanische Untersuchungen im Nördlichsten Schweden. Vetenskapliga och praktiska undersökningar i Lappland. Stockholm 1913.

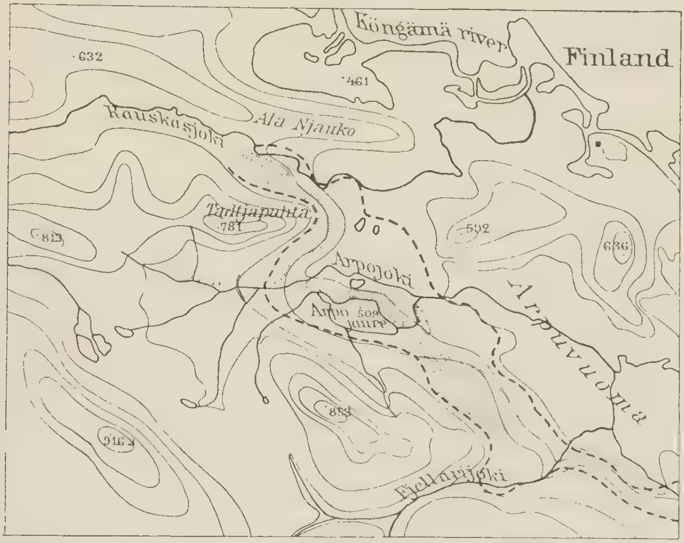


Fig. 1. General map of the neighbourhood of the Arpojaure.
Scale 1 : 150 000.

Through the iceshed having been situated east of the watershed there was formed — as TANNER has shown[1]) — an ice-dammed lake, the Kilpisjärvi ice-lake, in the broad Köngämä-Eno valley, on the southern side of which the

---

[1]) V. TANNER: Zur geologischen Geschichte des Kilpisjärvi-Sees in Lappland; Bull. de la Com. Géol. de Finland. N:o 20. Helsingfors 1907.

Arpojaure is situated (fig. 1). The highest shore-line TANNER found was at the mountain Ala Njauko and situated 534 *m* above sea-level. In a later work TANNER[1]) expresses the opinion that this shore-line does not belong to a large lake covering the whole of the valley but to a smaller marginal lake at the edge of the inland-ice.

In addition to TANNER'S accounts of the quarternary geology of the Köngämä-Eno valley the following statements may here be given.

To the west of the Arpojaure in the Arpojoki valley hills and small oses of glaci-fluvial gravel are situated, which show that a small glacial stream has run here; 500 *m* to the west of the lake the valley is crossed by a small, but well marked terminal moraine (fig. 1). To the east the lake is bounded by a marginal terrace, the surface of which rises to 532 *m* above the sea, indicating a water surface at this height. Whether this surface has been connected with that at Ala Njauko or there has been a small lake at the mouth of the Arpojoki valley I cannot decide. At the mouth of the Fjellarijoki valley between the Arpoàive and Fjellariâive mountains there are large quantities of gravel and till accumulated up to a level of about 589 *m* now forming series of terraces down towards the bog Arpovuoma. The Fjellarijoki valley, which has eroded its way through the loose accumulations, runs in a splendid postglacial cañon, 30—35 *m* deep.

The direction of the ice-recession seems to have been to south-east, as is evident from TANNER'S observations of striæ and from the principal oses marked on fig. 1. If one ascends the Tadjapatha mountain, one can see in the north and west two great parallel oses winding down through the Raukasjoki valley and bending transversely to S. to Arpojaure at the summit of the mountain. Here they branch into a mass of ridges and terraces forming immediately SE. of the lake a large kame area, which in its turn terminates in a series of sharp ridges. These run in a south-easterly direction down to the great bog Arpovuoma, where they again seem to form kames.

---

[1]) V. TANNER: Studier öfver kvartärsystemet i Fennoskandias nordligaste delar; Bull. de la Com. Géol. de Finland. Helsingfors 1914.

As a rule, the oses N. and NW. of the Arpojaure are situated above an altitude of 530 *m*, while those in the immediate neighbourhood of the lake are below 530 *m* or only with their highest summits rising to this level. (See the map, Pl. 9, where the figures within the lake-area give the depth under the shore line, 509 *m* above sea-level, the figures outside, the heights above the same line). South-east of the lake the ground rises again so that the oses here are often situated above the water-level marked by the surface of the marginal-terrace. Their course is here also more irregular, they often wind, turn and lie right behind each other separated by deep craterlike kettle-holes. Fig. 2 illustrates one of the best marked of these oses, showing how at regular distances of 100—150 *m* the ridge rises and swells out to centres, where the material is also coarser. It is possible that these centres were accumulated during the summer, when the glacial river was strongest and thus transported coarser and greater quantities

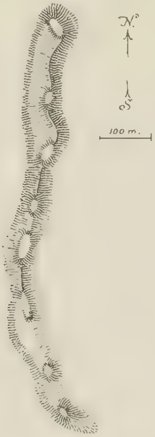


Fig. 2. An ose SE. of Arpojaure.

of material than during the other part of the year, thus representing year-centres. If this hypothesis is right, the annual recession of the inland-ice here would be 100—150 *m* which corresponds rather well with TANNER'S observation that the annual moraines at Kilpisjärvi lie 60—100 *m* from each other.

The greatest kame-area extends, as mentioned before, SE. of the lake and is situated at 530—535 *m* height having thus been deposited at or immediately below the surface of the water. As a general phenomenon the oses pass into kame, when they get into the vicinity of a water-level. Here ice-blocks are very easily formed, they run ashore in the shallow water and thus give the kame its characteristic hilly topography. Contrary to the kame-area, which I have studied in Vestergötland,[1]) the oses and terraces of the Arpojaure district lack every trace of interior order, only forming a chaos of low hills separated by close depressions.

Because the inland-ice in the neighbourhood of the Arpojaure was broken by great glacial rivers, its margin surely was split into huge ice blocks, which after melting gave birth to deep kettle-holes. *One of the largest of these is the Arpojaure-basin.*

Plate 9 represents the whole Arpojaure-basin as well as the immediate surrounding glaci-fluvial formations. On the NW. corner appear the oses coming from Tadjapatha previously mentioned. Two or three parallel ridges bound the depression on the N. On the map only the southernmost ose is marked out; at the present outlet of the lake it divides into two arms, one continuing towards the east, the other towards the south, where it forms the marginal terrace with the even, plain surface of 532 *m* altitude mentioned before. As being the principal proximal ose it is built up of sand and very coarse gravel and blocks, which at the NE. corner of the lake will reach 0,75—1 *m* in diameter. The southern border of the lake has been under the lee of the great deadice-block and is therefore formed as a plain of fine, distal sand (fig. 3), undoubtedly transported by the small glacial river which must have run W. of the depression, where now small hills and ose-centres mark its course.

---

[1]) HANS W:SON AHLMANN: Valle Härad. a kame area in Vestergötland. Sweden. Zeitschrift f. Gletcherkunde, Bd VI. Berlin 1912.

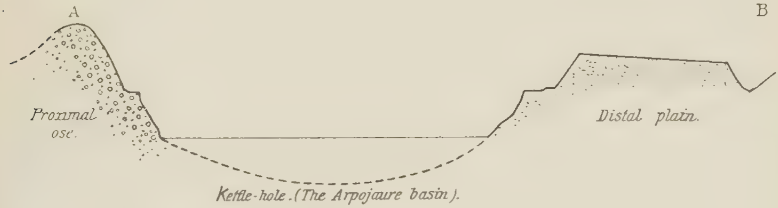


Fig. 3. A section through the Arpojaure basin.

The morphology of the Arpojaure-basin.

Looking down on the area once occupied by Lake Arpojaure one meets with an extraordinary sight. The poor settlers in the neigbourhood drained the lake in 1905 to obtain grazing ground, but not a single blade of grass is as yet to be seen. There is only yellow sand forming a barren desert round the remaining part of the lake, and when the wind blows, it raises dense clouds of sand, which are deposited in the form of dunes at the border of the plain shore-terrace, which bounds the lake-area. This well-marked shore-terrace is one of the most prominent features in the topography, and therefore the morphological studies have been concentrated on it. The shore of the Arpojaure is also exceptionally well developed and fit for detailed examination because of its recent draining, exposed position, poverty of vegetation and richness in beautiful sections which reveal its internal structure. The shore here also gives information about the whole history of the lake.

Fig. 4 A shows a typical section of the Arpojaure shore-zone taken just outside the mouth of the Western bay of the lake. The surface of the water lay at ± 0, when the lake was drained 1905 (on Pl. 9 marked by the full, thick line).

Above this number at + 0,8 there is another shore-line marking a stage with higher water (on Pl. 9 marked by the thick, broken line). Above it an erosion cliff rises and in front of the shore-lines is the terrace, which terminates in a 15 *m* high steep down to the present lake. On this steep there are also well-developed, horizontal shore-lines which prove that there have been lower water-levels during the history of the lake.

Before a more detailed description of the different periods we must first fix their mutual order. As to the low-water period, it must have occurred after the formation of the greatest part of the terrace, because, — if this had not been the case —, its shore-lines would now be completely covered with material. At many places they are however now bare, at others only covered with fine distal sediment. Thus the low-water period must have occurred after that high-water period during which the greatest morphological changes took place and the shore got the most of its present shape. Of the two highwater periods in question the one marked by the shore-line at ± 0 was the later, because the water-surface was standing here, when the lake was drained in 1905, and because the terrace between this line and the one at + 0,8 is covered with old birches, junipers and brushwood.

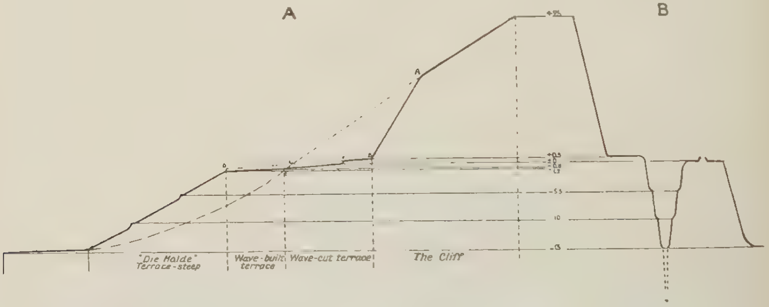


Fig. 4. A. the shore profile and B. the curve of the heights of the Arpojaure watersurface.

Whether there has been one uninterrupted 0-period succeeding the + 0,8 period or an alternation has taken place with oscillations, cannot be exactly determined, but as will be shown below there has been at least one oscillation. At present the surface of the remaining lake lies at — 15 *m*.

The most probable order between the different periods is, however, (fig. 4 B):

1) First high-water period (+ 0,8 stage).
2) Low-water period.
3) Second high-water period (± 0 stage).
4) Present period, the rest-lake (— 15 stage).

On the relative or absolute duration of the first three stages we cannot express an opinion. In the sequel, however, we will try to give an account of the morphological formation that ensued during the different periods as well as the degree of development they attained.

First high-water period. When the water-surface within the Arpojaure district fell from its highest level at 532 *m*, the lake Arpojaure was formed in the kettle-hole closed by glaci-fluvial oses. On the eastern side the water found its outlet in a hollow between two ose-centres consisting of coarse gravel. In the loose material a channel was easily cut out, which undoubtedly soon got its final present appearance and attitude with the passpoint at — 0.4 *m*. (Pl. 9). Like the whole bottom of the brook, the passpoint is paved with the large boulders, which wer sucecessively heaped, while the smaller were eroded away, and thereby it must have kept the same height almost throughout the existence of the lake.

As the shore-line of this first stage is the innermost, forming the base of the high cliff, the quantitatively largest erosion and thus the greatest morphological changes must have taken place during this period. For it is evident that the material which has lain inside the triangle ABC in fig. 4 B must now have been cut away, while during the second high-water period only that within the polygon DEFC was eroded.

To a closer examination of the shore-terrace and its different parts I shall recur when treating of the second high-water period. However, it must be remarked already here that the broken thin line on the map marks the boundary between the erosion- and the accumulation-terraces or, in other words, the approximate position of the *initial* shore-line of the lake before the waves had had time to cut out an erosion-terrace inside and accumulate a plain outside it. As will be seen, the course of this line was more irregular than the full thick one. Especially the large point to the east of the mouth of the Telt-river, the existence of which has been stated by C. Carlzon on stratigraphical grounds, ought to be observed. The whole of this point, however, was not cut away during the first high-water period; part of it was eroded during the second high-water period or at the very emptying in 1905. In the same way the headland below the terminal terrace on the eastern side of the lake was sharper and more projecting before, and so was also the one at the northern side of the north-eastern bay.

It is more difficult to express an opinion of the changes brought about through accumulation, as these formations might have been more or less transformed during the following periods. The accumulation-terrace, I daresay however, may have been built up to its final shape as early as this period, and in size as well as in position it has shown nearly the same main features as it now does. Therefore we may state that the shore-zone as well as the topography of the whole lake-basin reached a mature stage during the first period, and an appearance which — the western part of the lake excepted — was only little changed during the following periods.

Low-water period. As mentioned above, it is owing to the presence of well developed shore-lines on the terrace-steep that we have been led to presume a period of low-water during the existence of the Arpojaure. It is especially on the eastern side of the lake, below the terminal terrace, that these shore-lines lie most beautifully developed and most free from later accumulated material (fig. 5). They are formed as more or less high erosion steeps of stones, which have a size up to 1,5—2 *dm* in diameter. No erosion terraces are to be found, which shows that the surface of the water has not stood at the different levels for any long space of time but only so long as to enable the waves to carry away the finer material and heap the coarser to steeps or banks. As is evident from fig. 5, especially two shore-lines are clearer and sharper than the others, the first at — 6 *m*, the second at — 10 *m*. Further to the north there is a third sharply formed line at — 13 *m*. These three shore-lines are the only ones that can be followed in the field further than along the eastern side of the lake. In spite of a few intervals, where they are entirely buried by distal sediments from the following period, they can be traced along the whole of the northern shore up to the mouth of the North-eastern bay. On the southern side they cannot

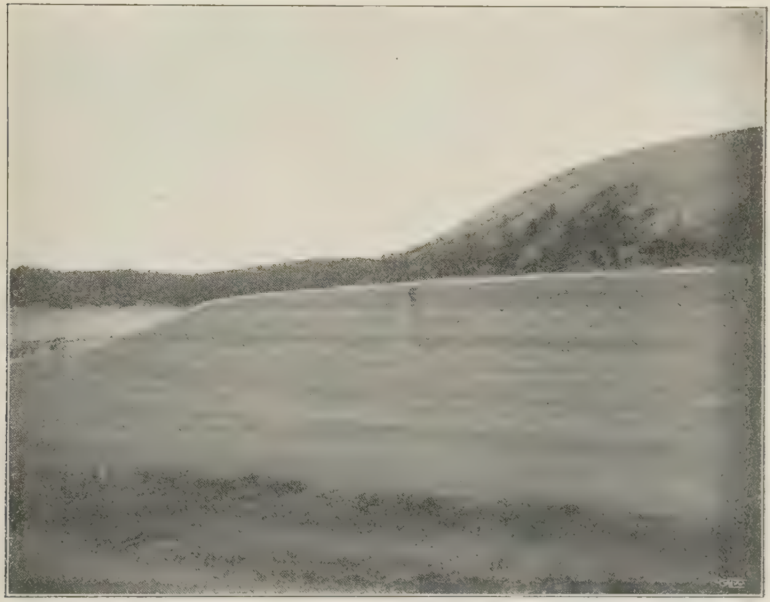


Photo: The author.

Fig. 5. The shore-lines of the low-water period at the northern part of the eastern shore, beneath the marginal terrace.

now be discovered as they are here wholly covered by lake-sediments and dunes; that is also the case on the western shore, where the deltas of the streams have effaced them.

The lowest shore-line observed lies, as has been said, immediately above that of the present lake at — 13 *m*. Whether there are any shore-lines below this level we don't know, as the lake could not be sounded. However, it is evident from the now observable part of the basin that *during the low-water period there have been three stages* (at — 6, — 10 and — 13 *m*) *of stationary position of the surface of the water.* If they occurred during the sinking or rising of the water-level, we cannot tell.

This low-water period must be due to climatalogical causes, as there was no other outlet than at — 0,4 before the draining of the lake. Nor is there any trace of a lower outlet which has been filled up, and the oozing out of the water through the great glaci-fluvial formations that surround the lake is completely inconceivable. However, it ought to be observed that the lake is so small and is so open and well situated for evaporation that the level of the water has shown great changes even at small variations in clime. According to information obtained from those who drained the Arpojaure the depth of the rest-lake is 10—15 *m*, which is very probable, as the neighbouring kettle-holes have about the same depth. From a morphological point of view there is nothing to make a complete drying up of 25—30 *m* improbable; nor is there anything to prove it; the minimum measure, however, is the lowest low-water shore-line which is at — 13 *m*.

As to the morphological changes of the basin during this period we cannot say anything about them, as most traces were effaced during the following period. It is probable, however, that a sharpening and levelling of the terrace-steep, must have taken place both at the time of the rising and the sinking of the surface of the water; the drained parts were also exposed to the subaërial erosion and transformed just as the present shore (see further page 512).

The second high-water-period. The shore-line of this period is very well-developed and sharply marked in the topography, where it separates the bare sand from the shore-terrace of the first period. Its course approximately follows the latter and is only separated from it by a zone 5—20 *m* broad and overgrown, as mentioned before, by birches and brushwood.

Because the shore had reached maturity already during the first high-water period and the difference between the water-level of this period and that of the third is very small, it is probable that the shore during the second high-water period also reached full maturity only after a short time of wave-action. In other words, most of the morphological work was performed, and it only remained for the waves to *regulate* the shore-profile to their water-level. Thus during a tolerably long time before the draining in 1905 the lake-basin was at rest.

In general it is a rare thing that a shore reaches its full maturity. The earthcrust and the clime are too unstable to allow the shore of a sea or a great lake to retain the same altitude so long a time that the waves and the currents can form a »profile of equilibrium». It must be mentioned that the shore-current, through its power and range, often transforms already formed parts of shore, by eroding material and transporting it to another place. Therefore the shore-drift often leads a never ceasing, wandering life along the coast. In small lakes, as the Arpojaure, where the height of the waves could only fluctuate between narrow limits, the shore-drift soon attained a secure existence at the place of its first deposition. If the surface of the water remains at the same level a relatively long time and the cliff is built by loose and easily eroded and transported material, the shore can however here reach full maturity.

On examining the shore-terrace we find it very regularly formed, although its breadth at different points of the lake shows irregularities, owing to causes treated below. The terrace consists of two parts, one covered with more or less large stones and the other built up of fine sand, only here and there strewn with coarser stones (fig. 6). The first-mentioned of these parts is the *wave-cut terrace.*[1] The stones on the surface were carried hither, according as the finer material was cut away. The size and appearance of the stones are also quite in accordance with those in the adjoining cliff. Thus on the N. and E. shore, where the principal ose with is proximal glaci-fluvial material is situated, the stones on

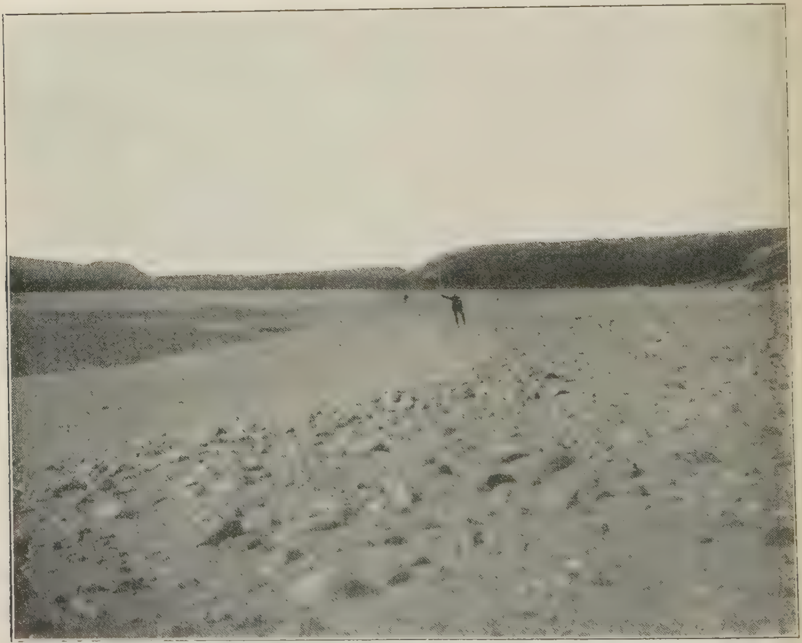


Photo: The author.

Fig. 6. The parting-line between the wave-cut and the wave-built terrace at the eastern shore outside the ancient outlet. (The marginal terrace in the background; the present rest-lake to the left).

---

[1] For a more detailed description of the shore in general and especially of that in Arpojaure I refer to my treatise: Strandzonens allmänna morphologiska utveckling. Ymer 1914.

the terrace is coarsest, measuring as much as 3—5 *dm* in diameter, while on the south the size sinks successively from 1 *dm* in the eastern part towards the west, so that in the middle of the shore it only measures 0,3—0,4 *dm* and at the month of the Telt-river the terrace wholly consists of sand. Here there is no apparent difference in the topography between the two parts of the terrace, but the boundary can be fixed in the large stream section.

The seccond part, chiefly composed of fine material, is *the wave-built terrace.*

Gilbert[1] has pointed out that the currents are the most effective power acting on the shore; he also says that the transporting effect of waves alone is so slight that only a gentle current in the opposite direction is necessary to counteract its. The undertow brings the material, eroded by the breakers, right out from the shore-line to the terrace, where the shore-current takes it and transports it along the shore forming the accumulation part of the terrace (the wavebuilt part). In Arpojaure with its clearly developed shoreterrace one can follow and form a good conception of the transportation of the shore-drift.

Pl. 9 shows the position of the wave-built terrace, lying between the thin broken line and the outer edge of the terrace-steep. As will be seen, there is none in the NE. and it is slightly developed on the northern shore, but especially well on the southern, reaching its maximum in the western and south-eastern part. This distribution of the accumulation areas is explained by the fact that the winds are strongest from the large, wide Arpeijoki valley in W. and thus the waves largest in the east part of the lake, especially on the projecting point below the marginal terrace. A result of this is that the erosion has been greatest on the eastern shore of the lake, and also most material carried away from the cliff of the marginal terrace. Because of the exposed situation of the shore, however, the fine material could not find a place calm enough for accumulation here, but was transported by the strong shore-current along the shore down to the bay in SE., where the water was still and where the material rested.

---

[1] G. K. Gilbert: Lake Bonneville; U. S. Geol. Survey. Monograph I. Washington 1890.

The large size of the wave-built terrace in SW. is a result of the rich supply of material from the headland of fine sand which has jutted out here and been totally eroded. As the lake also formed a bay here, the shore-current could not carry away any material, but on the other hand it carried more or less large great quantities in the bay from N. and E. It must be observed, however, that the large plain between the Telt-river and the southern small tributary to the Arpojaure-river is to a great degree the delta of these rivers.

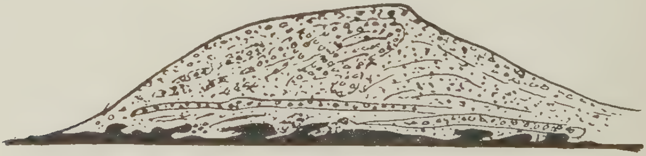


Fig. 7. Cross-section of the bar at the southern shore.
Scale: 1 : 50

Concerning the two small bars, which cross the lagoons on the S. shore and in the corner N. of the mouth of the North-western bay, it should be mentioned that on account of botanical and stratigraphical reasons the first must have been built up during this second high-water period. Its summit lying at + 1,30 *m* bears testimony to a higher water-level than that at ± 0 or an *oscillation* (fig. 4 B). By digging through the middle of the bar a section was exposed like fig. 7. On a ground of fine glaci-fluvial sand there is first a stratum of peat (1 *dm* thick), containing pollen of Picea. It passes directly into the vegetation-cover of the lagoon. In its uppermost part it is destroyed and interbedded by small lenses of sand showing the effects of waves when the water rose. Above the peat is sand with long more or less horizontal bands of gravel and small broken strata of silt. These are covered by sand and gravel layers conformable to the sides of the bar. In the middle there is a great irregular centre of indistinctly stratified gravel with stones of 1—2 *cm* in diameter; towards the lake it passes into sand containing small stones. The outermost zone consists of gravel with stones 3 *cm* in diameter, showing the erosion and outwashing of the waves. The whole section agrees completely with those published by Russel.[1]

If the northern, eastern and southern sides of the lake have not been transformed to a high degree during this period, the western side, on the contrary, has undergone more or less radical changes by the action of the rivers.[2] Here also all the shore-lines from the preceding period are destroyed as covered with large quantities of sediments.

The present period (after the draining in 1905). The morphological changes that have taken place since 1905 are not important. However, the ravines and the delta on the west side of the lake form an exception. Presumably they were formed very quickly immediately after the catastrophe 1905. The great quantities of loose material, which were easily eroded in the fine shore sand, were deposited as a delta just outside in the present lake. Now the two rivers continue to increase the plain with both their different deltas.

As is seen from Pl. 9, the shore of the present lake is very uniformly developed (on the map the dotted line in the lake marks the outer edge of the shore-terrace as it could be fixed from the shore). Like the large Arpojaure terrace of the high-water periods the one which is now building consists of a wave-cut as well as of a wave-built part. Their situation and size correspond also in general with the Arpojaure shore. In NE., where the power of the waves is now strongest, the terrace reaches a breadth of only 3—4 *m* because here it consists only of the wave-cut part. In the south-eastern and north-eastern bay, on the other hand, it attains a breadth of 10 *m* depending on the great wave-built part, in the first place formed by sediments carried down from W. and N., in the second from E. Because the water-level in the lake was sinking during my visit, there was no subaquatic delta-terrace outside the mouthes of the rivers, but the borders of the deltas were soon after their formation raised above the surface of the lake. On the point between the two rivers, however, there was a shore-terrace 10—15 *m* broad. A great transportation of material from S., when the wind was in the south, and from W., when the wind was in the north, could also be directly observed as well as a great transformation of the hooked spit in the remotest part of the point at different winds.[1]

---

[1] I. Russel: Geological History ef Lake Lahontan. U. S. Geol. Survey. Monograph IV. Washington 1885.

[2] This part of the lake-basin cannot be well analysed from a geomorphological point of view, but its stratigraphy has been carefully investigated by C. Carlzon who will publish his results in Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala.

Besides the ravines in the western side which have been formed by running water, the terrace on the north side of the lake has been more or less destroyed by erosion through temporary rills formed by rains. This erosion seems to be very rapid, the small ravines eat back in the fine sand with great speed and branch off, leaving between them more or less long tongues of the terrace — phenomena quite similar to those met with on a considerably larger scale in the great rivers of Norrland.

As has been mentioned before, the wind-erosion on the dried areas of the Arpojaure basin is rather great and has already formed considerable dunes, though the sand-drift can only have any effects from June to September, as during the rest of the year the area is frozen and covered with snow. All the dunes are situated on the south and south-east shore, the largest of them lying immediately outside the 0-line, where it bounds the south-east bay. (See the map, where the dunes are marked with a fine line). From a morphological point of view this wind-erosion has not yet altered the topography of the Arpojaure basin to any great extent, but if it is allowed to continue at the same rate as now, the time will not be far off, when the south shore has lost ist original shape and is quite covered with eolian sand, while the district round the ravines has considerably decreased in height.

---

[1] Cfr. Strandzonens morfologiska utveckling etc. Ymer 1914.

Conclusion. In spite of the smallness of the Arpojaure lake the waves and their currents have been able to do a great work on the shore and form a shore-zone of full maturity. This depends upon the fact that the whole basin, being a kettle-hole, is bounded by glaci-fluvial material, which is very easily eroded and transported. It is true, indeed, that the phenomena are small and insignificant, but their nature and genesis are indeed quite similar to those of larger lakes or in the sea. In these latter places, however, it is difficult and in many cases impossible to make such detailed observations as are necessary to get an intimate knowledge of the morphological processes and their development. Therefore, studies of small but well developed areas are one of the few ways open for detailed studies of actual morphology.

To sum up the above brief description of the morphological history of the Arpojaure basin, the four periods with different heights of the water-level may first be pointed out. As the surface of the lake was inconsiderable and the outlet especially narrow, even small changes in the supply of water have produced great variation of the water-level. In spite of this, we must believe that at least the low-water period is due to climatological circumstances. Without desiring to enter into a discussion with more or less weak hypotheses of the climatological characteristics of the periods I must, however, point out that it is very probable that they correspond with those of Blytt and Sernander, so that the first period corresponds with the Atlantic the second with the Subboreal and the third with the Subatlantic; the fourth is due to the draining in 1905.

From a morphological point of view the four periods may be characterized in the following manner: 1) The first is the time of the greatest morphological processes and transformation of the basin; the cliff got its final height and position, the shore- terrace was eroded and built up, and the whole shore attained a high degree of maturity. 2) During the second period, when the water-level was more stationary at three altitudes (—6, —10 and —14 *m*), a sharpening and a levelling of the terrace-steep have taken place; the results of the other changes are now destroyed. 3) The shore-profile already formed during the first period is during the third period only regulated to the present water-level and a mature stage is soon reached. The western part of the lake, however, has undergone more or less great changes through the accumulations by the rivers. 4) The greatest changes that took place immediately after the draining-catastrophe were the forming of the ravines on the W. side and of the largest part of the delta outside them. The subäerial erosion through wind and rain is great on the shore- and delta-plains, but has not yet destroyed the lake-topography of the basin.

The draining-catastrophe in 1905.

The phenomena which arose *within the lake* during the very short catastrophe, consisted almost only in the *direct fall of the surface of the water*, because hardly anything was eroded besides the material that lay at the place of the draining ravine. Outside the lake, on the other hand, there arose considerably greater changes. As these so intimately belong to the history of the Arpojaure, I consider myself justified in treating them here in all brevity.

Between the high ose on the north side of the lake and the marginal terraces south of it, there was a little depression before the draining. It was here that the settlers determined to dig a channel to lower the lake and get grazing-ground on the shallow shore terraces.

As is, however, often the case with the draining of lakes, the changes that arose were much greater thas was supposed at the start. After digging for a couple of weeks the surface of the Arpojaure was finally reached, the water entered the channel, and in less than two hours the stream had cut a 15 *m* deep ravine in the very erosive gravel and sandy material, and all the water welled out over the lowland outside the lake.

The map, Pl. 9, shows that part of the inundated area below the lake which was most changed and where the signs of the catastrophe are most beautifully exposed. As is seen, the ravine (38 *m* deep) widens more and more to the E. towards the lowland. The latter is bounded on the N. by the river Arpojoki, on the W. and partly also on the S. by oses, while on the NE. the large peat-bog Arpovuoma extends. To this one the broadest, northern part of the inundated area also belonged before the catastrophe.

As shown by the figures on the map, the area sinks from —15 *m* at the ravine to —30,6 and —31,7 at the Arpojoki. Before the draining the Arpojoki ran more southwards, with a curve towards the figure 25,6, at which place it joined the former outlet from the Arpojaure. The little bag-like part which the area forms at its southernmost edge is just situated in the gully of this outlet, where it swells out owing to the presence of a kettle-hole. The irregular glaci-fluvial formations which lie on both sides of the mouth of the ravine extended a little farther out before, but left a depression between each other. It was in this valley, overgrown with birches and salix-bushes, that the waterfall of the draining found its natural outflow, afterwards spreading far and wide over the bog below. At present the area, with its great ridges of blocks and broad plains of sand and gravel, looks just as barren and desert as the Arpojaure basin.

Let us, however, investigate this area, at the same time trying to solve the history of the draining catastrophe.

The 28 *m* high borders of the ravine descend abruptly with a slope of 30° down to the bottom, where the present outlet flows. On the north side, a narrow terrace is situated, terminating 400 *m* east of the lake in a great heap of blocks,[1] which measure 1—1,2 *m* in diameter and which are divided into three ridges directed toward the east.

In front of it there is a new larger and broader block-mass. In the centre the stones reach a maximal diameter of 1 *m*, thereafter decreasing in size towards the east. Its different rows also become narrower and narrower and are formed of finer material towards the south, so that at the figure 21,2 they only consist of small low heaps more or less convex to the south. They consist of gravel and stones reaching a size of 5 *cm*. Towards NE. the second block-delta gradually passes into a broad lobe-formed area of sand and gravel, which reaches down to the Arpojoki and with small deltas of fine sand extends to the south border of the inundated area. A third mass of blocks is situated to the North of the second, but differs from this and the first by the broader and triangular form of its ridges. Like the second block-delta the third passes gradually into an area of sand and gravel, separated from the former by an erosion gully now dried out. *Both of these sand-areas are thus the distal continuation of the three proximal block-deltas.* The material is at the figure 24,6 about 0,4—1 *dm*, on 30,2 about 0.3—0.5 *dm* and at the periphery on figure 31,2 only 0.1—0·05 *dm* in diameter.

These facts give us the following idea of the catastrophe

The first quantity of water that entered the channel eroded its way with great rapidity, finally reaching the eastern slope, down which it ran. The stream had now started, the erosion in the fine sand was very rapid, more water could enter the ravine at the same time, and its deep increased at an enormous rate, so that it may be presumed that the chief part of the whole volume of water *rushed out all at once, or within a very short time.* It carried away everything that stood in its way, large patches of earth with bushes and birches were torn up and carried by the water far down to the bog where they now stand bare and dry, two kilometres or more from the lake. The gravel and sand in the marginal terraces as well as the proximal coarse material in the ose were then reached. The largest stones reaching a size of 1—1.2 *m* rolled down the slope and were deposited as the first delta of blocks. Too great quantities of stones could not, however, be accumulated here, as the stream must have a free passage. The principal water-stream therefore divided and rushed south of the first block-mass and at an angle in front of it built up a new delta of somewhat smaller material. The same conditions occurred here, and the chief stream changed its course again in order to find a freer passage towards the north. The coarsest material now in transportation reached 0.5 *m* in diameter and formed the third delta of blocks. These three deltas represent the centres of the strongest torrents, lie therefore in front of each other from a proximal to a distal direction built up of material of decreasing coarseness. Their different ridges also pass successively from narrow into broader lobes; the distal fine material finally built real outwash gravel-plains. They filled, pushed aside and dammed up the Arpojoki river into a lake, part of which is still left west of the figure 30,6.

---

[1] Marked by dotted areas on the map.

Owing to the great friction and the spreading of the waters over a considerable area, the sand and gravel could not be carried any great distance, but stopped abruptly 700—1200 *m* from the ravine. The finest material, or that which was suspended in the water, followed the course of the great stream through the river Arpojoki out into the river Köngämä. The water from the Arpojaure also rushed forward so violently in this broad river, that a wave of white and muddy water came down ar far as Haparanda on the Gulf of Bothnia ca. 420 *km* from the Arpojaure.

When the principal part of the waters had rushed out, matters became a little more settled. The erosion in the ravine continued, however, although not at its former rate, owing to the decrease in the height of the fall and in the resistance of the coarse material which had tumbled down into the ravine from the sides of the oses.

After having run in the gully between the two distal outwash gravel-plains the outlet of the Arpojaure soon found its present channel on the western side of the inundated area. Soon after the catastrophe the Arpojoki river also found its way along the northern boundary, now quickly eroding a valley in the gravel and fine sand.

Sammanfattning.

Föreliggande uppsats utgör en kortfattad redogörelse för resultaten af mina undersökningar öfver sjön Arpojaure i nordligaste Torne Lappmark under sommaren 1913.

Trakten omkring Arpojaure (fig. 1) utgöres af ett stort rullstenskomplex, sammansatt af åsar, rand-terrasser och kamebildningar. Åsarne nå på flere ställen stora dimensioner samt uppträda ofta med en—tre parallellryggar. Några af dessa visa utpräglade centra på regelbundna afstånd från hvarandra (fig. 2); sannolikt representera dessa årscentra, i hvilket fall landisen här dragit sig tillbaka omkring 100—150 *m* pr år. En väl utbildad randterrass, som ligger vid sjöns nuvarande utlopp, når med sin plana yta upp till 532 *m:s* höjd öfver hafvet angifvande en vattenyta på denna nivå. Kame-områdena bestå af en oredig massa små kullar, skilda från hvarandra af större och mindre afloppslösa sänkor. Utom de dödisgropar,

kame-områdena upptaga, finnes det äfven andra sådana vid och mellan de skilda rullstensåsarne. En af de största dödisdepressionerna är just Arpojaure-bassängen (fig. 3 och Pl. 9). På N sidan begränsas denna af en hög rullstensås, bestående af groft, proximalt material. Terrängen S om sjön har på grund af att den legat i lä om det stora isparti, som en gång upptog depressionen, blifvit uppbyggd af distalt material (sand och finare grus).

År 1905 genomgräfde nybyggarne i trakten åsen vid den nyssnämnda randterrassen och uttappade delvis sjön för att erhålla betesmarker af dess grunda strandterrasser. Företaget misslyckades så till vida, att ännu icke ett grässtrå växer inom sjön; vattenytan sänktes dock med 15 *m* och en liten restsjö återstår blott i depressionens djupaste parti, omgifven af de bara, sterila stränderna af sand och grus.

Fig. 4 A visar en typisk profil öfver den forna Arpojaures strandzon. Vid ± 0 stod vattenytan vid tappningen 1905 (på kartan markerad med en heldragen tjock linje), vid + 0,8 är ett terrasshak, utvisande ett högre läge af vattenytan under sjöns historia (på kartan markeradt med en streckad tjock linje). Terrassen mellan de båda siffrorna är bevuxen med björk, en, vide och ris. Utanför ± 0 utbreder sig en strandterrass, som begränsas ned mot restsjön af en brant. På denna finnes äfven tydliga strandlinjer (fig. 5), utvisande låga vattenstånd.

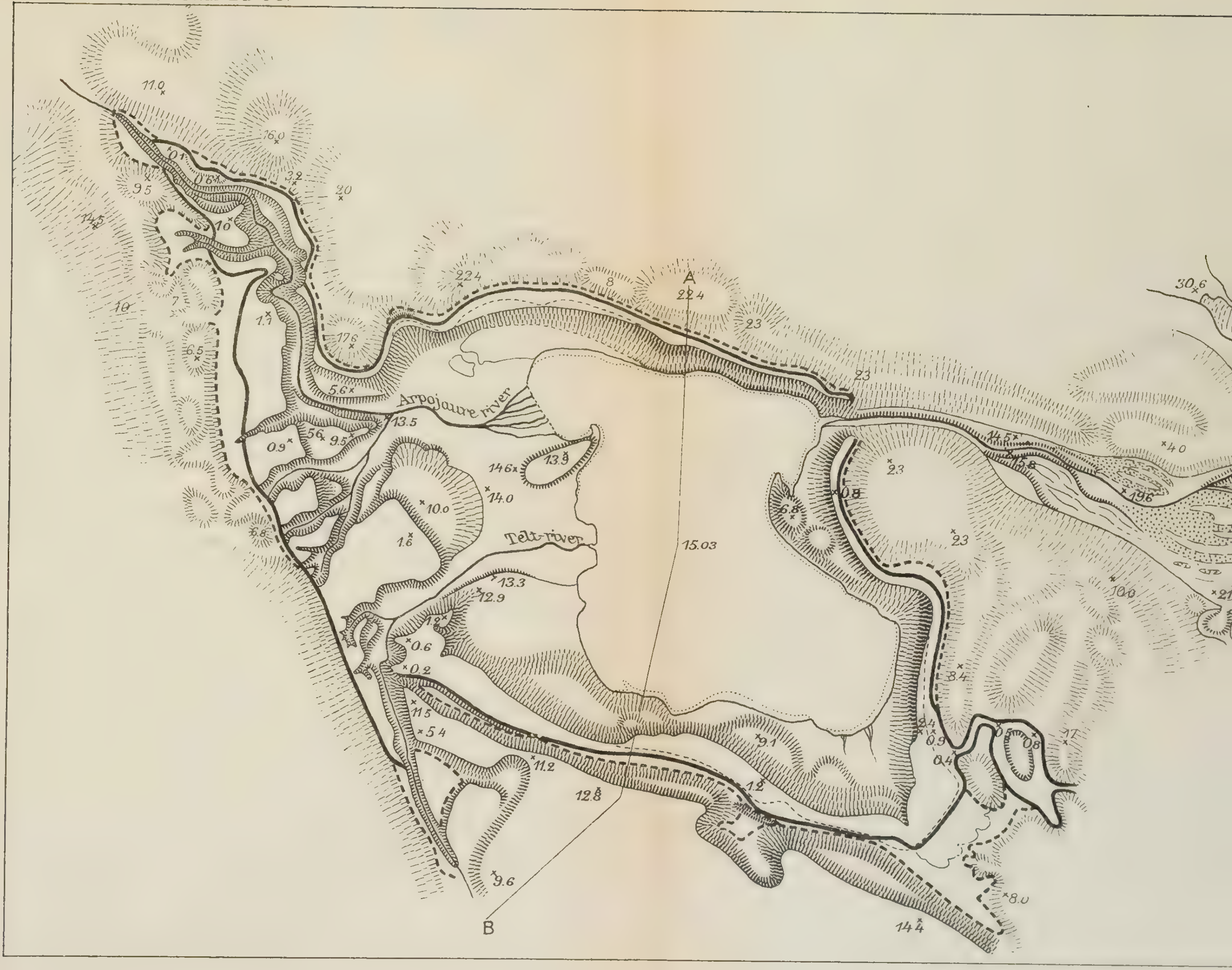
Den mest sannolika ordningsföljden mellan dessa perioder i sjöns utveckling är (fig. 4 B): 1) första högvattensperioden (0,8 stadiet), 2) lågvattens-perioden, 3) andra högvattens-perioden (0 stadiet), 4) nuvarande perioden (— 15 *m* stadiet). Då sjön under hela tiden till 1905 endast ägt ett utlopp och dettas passpunkt icke har kunnat undergå förändringar utan varit fast, måste åtminstone lågvattensperioden bero på klimatologiska orsaker. Sannolikt är då, att den motsvarar Blytt's och Sernander's subboreala skede.

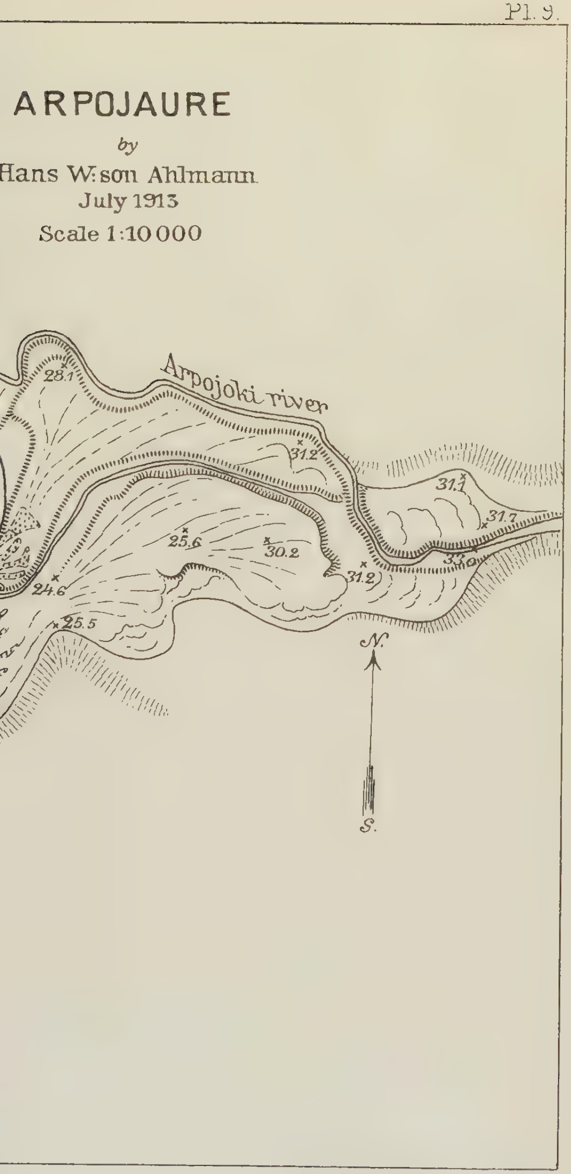
Ur morfologisk synpunkt torde de olika perioderna i sjöns utveckling kunna karakteriseras på följande sätt. Under den första har den ojämförligt största utvecklingen ägt rum. Strandens erosionsbrant eller kliffen erhöll sin nuvarande höjd och riktning och den utanför liggande terrassen ungefär samma bredd som nu (med undantag af områdena utanför Telt- och Arpojaure-bäckarne, som under de följande skedena fortsatte att utbygga sina deltan). Strandzonen torde redan då ha ut bildats till en hög grad af mognad eller morfologisk fulländning. Då det på strandterrassen kan iakttagas en skarp skillnad mellan den del, som är uppkommen genom erosion, och den som är nybyggd genom ackumulation (se fig. 6), utvisar gränsen mellan dem (på kartan angifven med en fin streckad linje) sjöns ursprungliga eller initiala begränsning.[1] Under lågvattensperioden, då sjöns yta, enligt hvad som kan iakttagas på den nu torrlagda terrassbranten, varit mer stationär vid —6 *m*, —10 *m* och —14 *m*, tillskärptes terrass-branten af vågornas erosion. Eventuella ravin-bildningar o. d. finnas nu icke kvar, emedan de förstördes under nästa period, då den kvarstående strandzonen från den första perioden hufvudsakligen endast torde hafva reglerats i förhållande till då rådande vattenyta. De största förändringarna sedan 1905 är utbildningen af de rikt förgrenade ravinerna på sjöns V sida samt de stora deltana utanför Telt- och Arpojoki-bäckarna. En rätt ansenlig vinderosion äger också rum under sommarmånaderna, och en zon af små dyner hafva bildats på och omedelbart utanför ± 0-strandlinjen.

Beträffande tappningskatastrofen 1905 kan anföras att den inom sjön endast gjorde sig gällande genom vattenytans hastiga sänkning. På den låga terrängen utanför sjön (se kartan, Pl. 9) skedde däremot stora och våldsamma förändringar. När genomgräfningen af åsen nått ned till sjöns yta och det första vattnet silat in i kanalen, skedde den fortsatta utgräfningen

---

[1] För en utförligare redogörelse för Arpojaures strand hänvisar jag till min uppsats: Strandzonens allmänna morfologiska utveckling. Ymer 1914.


A
B
Arpojaure river
Telt-river
11.0
16.0
0.1
0.6
3.2
20
9.5
14.5
1.0
22.4
8
22.4
23
1.1
17.6
7
10
6.5
5.6
23
13.5
0.9
5.6
9.5
14.5
15.8
19.6
40
30.6
14.6
13.3
14.0
10.0
23
0.8
6.8
1.6
6.8
23
15.03
13.3
12.9
10.0
21
1.8
0.6
0.2
8.4
11.5
5.4
9.1
2.4
0.9
0.4
0.5
0.8
1.7
11.2
12.8
1.2
9.6
8.0
14.4



ARPOJAURE

by

Hans W:son Ahlmann

July 1913

Scale 1:10 000

GEN STAB LIT ANST. STOCKH

medelst vattnets egen erosion med sådan hastighet, att största delen af sjön inom loppet af ett par timmar tappades ur och som en väldig störtflod flöt ut öfver nedanför liggande område. Utaf det medförda åsmaterialet stannade eller ackumulerades först det gröfsta (block mätande 1—1.5 *m* i diameter) som en rad ryggar (på kartan angifna med prickar). Da dessa förorsakade hinder i strömmens bana, måste denna böja om, och ackumulerades därför nästa blockanhopning snedt framför den förra. Ett tredje stort blockdelta bildades i sin tur snedt framför det andra. Som fortsättning af båda sistnämnda deltan utbredde sig sedan det finare gruset och sanden i stora plan. Dessa försköto Arpojoki-bäckens lopp, så att den nu rinner betydligt längre mot N än förut. Arpojaures utlopp gick först öfver de båda sand-planen (se kartan, Pl. 9) men rinner den nu på deras V sida. Tappningsfloden, medförande det finaste materialet, följde Arpojokis lopp ut i Köngämä älf och skall enligt uppgift hafva iakttagits ända nere vid Haparanda.

Geolog. Inst., Stockholms Högskola, Nov. 1913.

Anmälanden och kritiker.

1. Øyen P. A. Mammut og moskusokse i Norge. Naturen, Illustr. Maanedsskr. for populær Naturvid. 37:te aarg. Bergen—Kjøbenhavn 1913, sid. 195.
2. Reusch, Hans: Findestedet for moskusokse-hvirvelen. Naturen 1913, sid. 279.
3. Bjørlykke, K. O. Fundet av en halshvirvel av moskusokse ved Austberg i Indset. Naturen 1913, sid. 282.

I de 3 ofvan citerade uppsatserna har ett nyligen i Norge gjordt intressant fynd af en *myskoxe-halskota*, hvars bestämning verifierats af Herulf Winge, behandlats. Som blott ett litet fragmentariskt ben af med all sannolikhet myskoxe hittills varit kändt från Fennoskandia [1]), torde en kort redogörelse för detta nya fynd vara på sin plats.

Den del af Øyens uppsats, som behandlar mammuten och fossila fynd af detta djur, förbigås här, såsom icke innehållande något särskildt nytt för vetenskapen.

I uppsatsens senare del (sidd. 200—208), som handlar om myskoxen, omnämnes bl. a. det enda fynd, som är kändt från Danmark, hvaremot mitt fynd från Nol underkännes. (Härom mera nedan.) Det norska fyndet gjordes i april 1913 i en järnvägsskärning vid Indset å Dovrefjelds nordsida, c:a 80 *km* S t. W om Trondhjem. Kotans bredd uppgifves vara 14,5 *cm*.

Profilen vid fyndplatsen var enligt Øyen i hufvudsak följande.

Öfverst en c:a 3 *m* mäktig bädd af fin sand med sten af växlande storlek. Detta lager, om hvars genesis Øyen icke tyckes hafva någon stadgad mening, är, enligt Reusch och Bjørlykke, *morän*. Under denna följer en serie lager af sand af växlande groflek, delvis något grusblandad och delvis ersatt af rulladt grus. Enligt Øyens profil fig. 6 är mäktigheten af denna serie c:a 4,5 *m* och kotan anträffad i bottnen af ett lager grof sand med något grus, c:a 3 *m* under moränens undre yta, d. v. s. c:a 6 *m* under jordytan. (Enligt profilen fig. 5 och en uppgift i texten träffades kotan c:a 10 *m* under jordytan). Höjden öfver hafvet är c:a 422 meter. Øyen tolkar de sandiga och grusiga lagren såsom älf-, isälfs- eller strandsediment, medan ett lager af finare material uppfattas såsom ett issjösediment eller en kombination af ett sådant och isälfssediment. Det lager, som inneslöt kotan, anses — märkvärdigt nog då inga andra fossila lämningar än myskoxekotan träffats i profilen — vara tillkommet under »en forholdsvis lang mellemliggende tid begunstiget av bedre klimatiske forhold av mildere karakter, som igjen har medført forandringer med hensyn til vegetationen, om hvis art moskusoksens optræden gir os en forestillning» (sidd. 207—208); och denna tid anses mycket sannolikt vara att förlägga till ØYENS »Mytilus-niveauets tid», som följde på »Ra-tiden», och myskoxen, mammuten o. s. v. tänkas då ha lefvat kvar intill den följande kalla tiden med en isframryckning, betecknad såsom »Portlandia-niveauets tid».

---

[1]) Henr. Munthe: Om ett fynd af kvartär myskoxe vid Nol i Bohuslän. G. F. F. **27** (1915): 173.

REUSCH och BJØRLYKKE, som, i motsats till ØYEN, besökt fyndplatsen i fråga, tolka de geologiska förhållandena på ett helt annat och, enligt min mening, riktigare sätt än ØYEN. De uppfatta nämligen de under moränen varande sedimenten såsom afsatta, innan landisen öfverskred trakten. Enligt BJØRLYKKE föreligger en drumlin (3—4 *m* bottenmorän), hvilande på sand med grus (2—3 *m*), och därunder 1—2 *m* grus, vid hvars botten kotan träffades, hvarefter följer sand af okänd mäktighet. Sanden och gruset uppfattas som älfsediment, hvari kotan inbäddats, och myskoxen antages ha lefvat i trakten under en interglacial tid eller vid slutet af en sådan, då landisen på nytt ryckte fram. Fyndet visar därför icke, att myskoxen lefvat i Norge efter den sista istiden. På samma sätt tolkas det norska mammutfyndet, som är gjordt på sydsidan af Dovrefjeld, c:a 95 *km* S t. W om myskoxe-lokalen.

Till sist några ord med anledning af ØYENS ofvan antydda uppfattning af benfyndet vid Nol. Han skrifver (sid. 202): »— — men endskjønt en svensk geolog har skrevet en særskilt avhandling om dette fund og søkt at vise at det er det først kjendte fra 'Fennoskandia', tør man allikevel være berettiget til at nære tvivl derom, ti den fremragende danske forsker Herulf Winge uttaler[1]) om det meget defekte benstykke: 'Overensstemmelsen med Ovibos er ellers ikke i den Grad slaaende, at al Tvivl er utelukket. En Mulighed, ikke saa ganske lille, er der ogsaa for smaa, tamme Oxer.' ØYEN tillägger i anslutning härtill: »Det var derfor av megen interesse, nærsagt en begivenhet i norsk kvartærforskning, at der — — blev indsendt — en hvirvel — —» af myskoxe.

Härtill vill jag endast anmärka, att ØYEN underlåtit *dels* att taga hänsyn både till professor LÖNNBERGS utsago om mitt fynd, hvilket denne på anförda grunder anser såsom högst sannolikt tillhörande myskoxe, och till öfriga delar af WINGES uttalande, såsom att han »er — — mest tillbøjelig til at tro paa Ovibos — —», *dels* också att ens antyda, att jag visat, det WINGES andra alternativ, det att benet skulle ha tillhört en liten tam oxe, »måste — — anses vara fullkomligt utesluten» (sid. 183) på grund af de geologiska förhållandena vid Nol. Benet träffades nämligen i bottnen på ett c:a 8—9 *m* mäktigt lager af isälfsgrus med sand (nedtill), som hvilar på morängrus (flera meter) och täckes af morängrus (9—10 *m*), isälfsgrus (4—5 *m*) och åter morängrus (c:a 6 *m*).

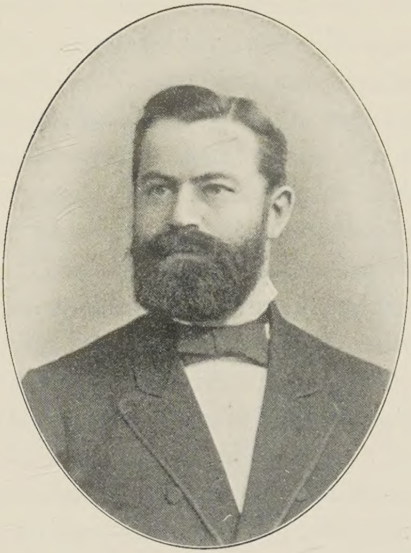
---

[1]) i MUNTHES citerade uppsats, s. 182.

Jag har, som jag tror på goda grunder, daterat fyndet till interglacial tid. Men äfven om man, såsom ØYEN i motsats till mig sannolikt vill, skulle tänka sig också detta fynd förlagdt till senglacial tid, är ØYEN verkligen af den åsikten, att man ens då häruppe i Norden var så långt före sin tid, att man hade små tama oxar i sin tjänst?

HENR. MUNTHE.

†



Felix Wahnschaffe

Med den bekante tyske kvartärgeologen FELIX WAHNSCHAFFE, som i en ålder af 63 år afled den 20 sistlidne februari, bortgick en forskare, hvilken i vida kretsar förvärfvat sig välförtjänt aktning och vänskap såväl för sin outtröttliga, entusiastiska verksamhet i sitt fack som för sin anspråkslösa och välvilliga personlighet. Som hans studier alldeles öfvervägande voro inriktade på det nordeuropeiska glaciationsområdet, äro många af hans arbeten af särskildt värde för skandinaviska geologer, liksom WAHNSCHAFFE å andra sidan redan tidigt lärde sig vårt språk och gjorde sig förtrogen med vår geologiska litteratur. Sedan 30 år var han ledamot af Geologiska Föreningen.

Omedelbart efter afslutade universitetsstudier i Leipzig och Jena anställdes WAHNSCHAFFE år 1875 såsom kemist vid den nyinrättade afdelningen för geologisk-agronomisk kartläggning af slättlandet vid Preussens geologiska undersökning och bergakademi. År 1879 blef han assistent och 1886 Landesgeologe samt 1903 afdelningschef för slättlandskarteringen, som han då redan ledt sedan några år tillbaka. Samtidigt föreläste han dels vid Berlins universitet och dels vid bergakademien samt väckte mycket intresse för kvartärgeologien genom sina talrika och väl förberedda exkursioner. Särskildt under de senare åren intresserade han sig äfven mycket för geologiens popularisering.

Om också kvartärgeologien var hans hufvudfack, egnade han äfven ett så betydande och framgångsrikt arbete åt markläran samt åt geologiens praktiska tillämpning på jordbruket, att man väl kan beteckna honom såsom en af den moderna agrogeologiska forskningens grundläggare.

Sin första vetenskapliga studieresa företog WAHNSCHAFFE år 1883 till Sverige, där han tillsammans med förf. af dessa rader särskildt besökte Skåne, Bleking, Stockholmstrakten och Bohuslän. Han utsträckte vidare sina studier till de öfriga skandinaviska länderna och till Ryssland eller de länder, som träffats af den skandinaviska nedisningen. Senare besökte han de nordamerikanska och alpina glaciationsområdena, hvarjämte han 1910 deltog i den svenska kongressexkursionen till Spetsbergen.

Inom sitt eget land hade han företagit en mängd resor och forskningar. Bland annat hade han helt eller delvis karterat och beskrifvit ett trettiotal geologiska kartblad i skalan 1: 25 000. För öfrigt hade han utgifvit inemot ett hundratal vetenskapliga och ett tiotal populära, geologiska uppsatser jämte ett tiotal nekrologer öfver framstående forskare. En förteckning öfver hans arbeten finnes bifogad till den minnesruna öfver WAHNSCHAFFE, som af PAUL KRUSCH blifvit införd i Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft för innevarande år.

WAHNSCHAFFES talrika smärre uppsatser öfver räfflor, skilda slag af moräner, glacifluviala, fluviala, eoliska och biogena kvartäraflagringar såväl som deras ytformer, bilda, tack vare hans goda iakttagelseförmåga och samvetsgranna arbetssätt, viktiga källskrifter för kunskapen om Tysklands kvartära bildningar. Bland hans något större arbeten må här särskildt erinras om: *Die Quartärbildungen der Umgegend von Magdeburg*, däri han bland annat använder benämningarna *postglacial och spätglacial* i tillnärmelsevis samma mening som motsvarande ord hos oss erhållit.

Sina kvartärgeologiska forskningar har WAHNSCHAFFE sammanfattat i sitt förnämsta arbete: *Die Ursachen der Oberflächengestaltung des Norddeutschen Flachlandes*, hvaraf första upplagan utkom 1891, den andra 1901 och den tredje 1909. Detta arbete med sin rikedom på omsorgsfullt sammanställda fakta och sina värdefulla litteraturhänvisningar är alltjämt sedan ett kvarts sekel den viktigaste öfversikten af Tysklands kvartärgeologi.

Af stort värde var äfven WAHNSCHAFFES *Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung*, hvaraf tre upplagor utkommit åren 1887, 1903 och 1914. Han har i detta arbete kunnat tillgodogöra sin goda kemiska underbyggnad och sin rika praktiska erfarenhet inom ämnet, hvilket också förklarar den stora användning denna lärobok erhållit.

Som människa var WAHNSCHAFFE ovanligt afhållen på grund af sitt vänliga och anspråkslösa väsen och sin sällsynta plikttrohet. Också erhöll och skötte han med största omsorg åtskilliga förtroendeuppdrag, bland annat inom de tyska geologiska och geografiska sällskapen i Berlin, om hvilkas lugna och gynnsamma utveckling han med sitt flitiga och osjälfviska arbete samt sitt försonande sätt utan tvifvel inlagt stora förtjänster.

Många äro de utländska geologer, hvilkas tacksamhet han förvärfvat genom att på det välvilligaste sätt biträda dem vid deras studiebesök i hans hemland, och många äro de vänner som beklaga hans bortgång. Undertecknad erinrar sig sålunda med tacksamhet ända sedan vår första bekantskap 1880 många bevis på aldrig svikande välvilja från WAHNSCHAFFES sida, hvarvid dennne bland annat visade sina goda kunskaper i svenska språket genom att på ett förträffligt sätt till tyska öfverflytta uppsatserna *Om den skandinaviska landisens andra utbredning* och *Om ett konglomerat inom urberget.*¹)

WAHNSCHAFFE var sedan 1878 synnerligen lyckligt gift, och hans hustru, född THERESE BACH, intresserade sig lifligt för hans arbeten, som hon också illustrerade med ypperliga fotografier.

---

¹) Båda återgifna i Zeitschr. d. D. Geol. Ges., årg. 1885 och 1886.

G. D. G.